This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

6000405653X

Presented by Revd. F. W. Hope

G. 55. C. 24.

E. BIBL. RADCL.

18
K. 3.
24

C

18873 d. 17

# SAGGIO COMPARATIVO

DEI TERRENI

# CHE COMPONGONO IL SUOLO D'ITALIA

DI L. PILLA

21

PISA.
PRESSO I FRATELLI NISTRI
1845

## INTRODUZIONE.

Nel Congresso scientifico di Lucca, ed ancora negli altri Congressi passati, la Sezione di Geologia promise di dare opera alla esecuzione della Carta Geologica Italiana, riunendo le numerose osservazioni fatte in diverse parti della Penisola. E in verità tutti coloro che a questo studio intendono nel nostro paese, bramano ardentemente di vedere compiuto tale lavoro, le materie del quale sono già in gran parte preparate, ed hanno mestieri soltanto di essere con ordine acconcio riunite. Ma fin quì possiamo dire che questo proponimento è rimasto soltanto in voto, e non si è riguardato ai modi necessari e precisi per menarlo a compimento. Ora a me sembra che per l'esecuzione di questo grande lavoro due cose sono necessarie; cioè, primamente che tutt'i geologi della Penisola si accordino sopra la distinzione dei terreni che occorrono nel suolo Italiano, ed in particolar modo sopra le loro età rispettive: per secondo poi conviene provvedere ai mezzi che sono necessari per la compilazione, e la pubblicazione dell'opera.

Quanto alla prima parte, perchè le diverse opinioni dei nostri colleghi sieno conosciute, e possano esser messe di accordo, egli è mestieri che sieno esposte in una scrittura, la quale servir possa come di fondamento alla discussione; o per dir meglio, conviene abbozzare un saggio comparativo dei terreni d'Italia, e indicare le diverse opinioni che corrono intorno ad essi. Il sig. Pasini presentò al Congresso di Torino un *Quadro sinottico delle formazioni nelle varie parti d'Italia,* che dovea servire per quest'oggetto (1); ma siccome esso non è stato pubblicato, così non tutt'i geologi italiani hanno potuto averne conoscenza. Più recentemente il sig. Collegno ha avuto il felice pensiero di abbozzare una Carta geologica dell'Italia, accompagnandola con un testo di spiegazioni, il quale può bene essere utile al fine che si è detto. Innanzi che mi fosse conosciuta la pubblicazione del lavoro del sig. Collegno, io aveva avuto presso a poco lo stesso pensiero, e principalmente divisai di compilare un Quadro generale dei terreni d'Italia per presentarlo al Congresso scientifico di Milano, quasi come un programma della Carta geologica Italiana: il quale lavoro fu da me compiuto prima che avessi potuto leggere quello dell'egregio mio collega. Pertanto io giudico che questa scrittura non sarà inutile del tutto; perocchè se il sig. Pasini ed il sig. Collegno hanno potuto dare notizie precise circa la struttura geologica dell'Italia settentrionale, che hanno bene studiata, io ancora potrò dare qualche lume particolare intorno ai terreni dell'Italia meridionale, che sono i meno conosciuti della Penisola: ed i nostri scritti messi insieme potranno essere utili per rispetti diversi nell'ordire la tela del grande e desideratissimo lavoro.

Avendo fatto conoscere lo scopo di questo saggio, mi rimane da aggiungere che io non mi sono limitato soltanto ad esporre le principali divisioni dei terreni d'Italia, e le opinioni

(1) *Atti del Congresso di Torino, pag.* 112.

diverse che intorno ad esse sono state prodotte; ma eziandio ho cercato di far conoscere i miei pensamenti sulle quistioni che tuttora rimangono da chiarire: e se oso di parlare di luoghi che non conosco, confido mi sarà perdonato l'ardire, ponendosi mente al mio proposito, che è quello di fare un confronto della struttura geologica delle diverse parti della Penisola. Ad ogni modo io mi attendo di ricevere dai miei colleghi quegli schiarimenti e quelle correzioni che saranno da essi giudicate necessarie.

Per procedere con ordine in questo esame dividerò le materie nelle seguenti parti

I. Terreni stratificati,
II. Terreni metamorfici,
III. Terreni eruttivi,
IV. Filoni,
V. Linee di sollevamento che si possono distinguere nell' Appennino.

Quanto all'altra parte, cioè ai modi opportuni per compilare e pubblicare la Carta geologica Italiana, io esporrò il mio avviso alla fine della presente scrittura (1).

## ARTICOLO I.

### TERRENI STRATIFICATI.

Nella nostra Penisola, come in tutta la zona meridionale di Europa, non compariscono bene distinte e molto rilevate se non le serie superiori delle rocce stratificate: le inferiori, o mancano in gran parte, o sono *metamorfosate*, ovvero rimangono

(1) Essendo questo *Saggio* riuscito alquanto lungo, io mi limitai a leggere nella Sezione di Geologia quella porzione di esso che riguarda i terreni stratificati. Ed eziandio debbo avvertire che in molti luoghi io l'ho modificato ed ampliato, facendo tesoro dei fatti preziosi ed importantissimi che furono discussi a Milano nella Sezione sullodata.

nascoste sotterra. Cominciamo dunque ad esaminare queste rocce di sopra in basso, e vediamo i caratteri principali che esse presentano.

Divideremo perciò le loro serie nel modo che ora più generalmente si usa nella scienza, cioè 1.° Terreni *moderni*; 2.° Terreni *alluviali antichi*; 3.° Terreni *terziari*; 4.° Terreni *secondari*; 5.° Terreni *primari*.

## §. I. TERRENI MODERNI.

Tra' terreni moderni, che sono stati cioè prodotti in tempi storici, e che si producono tutto giorno alla superficie del globo, meritano di essere particolarmente dinotati in Italia il *terreno tufaceo lacustre*, il *terreno alluviale marino*, ed il *terreno quaternario*, e le *spiagge emerse*. Non farò menzione degli altri depositi moderni, perchè presso di noi sono di poca importanza. Non ci ha lungo le spiagge italiane grandi accumuli di dune, e le torbe non si producono che in qualche raro luogo della Penisola, ed in piccola copia. Quanto al terreno alluviale fluviatile, non occorre farne menzione in questo luogo.

### a) *Terreno tufaceo lacustre*.

Questo terreno è stato accuratamente studiato da dotti geologi italiani e stranieri, perchè esso ci porge preziosi punti di confronto per riconoscere l'origine dei terreni antichi di acqua dolce. Nel Napolitano non ci ha luoghi di molta importanza per questo rispetto. Altrove ho fatto conoscere la produzione de' tufi lacustri che avviene nelle sorgive di acque minerali di Telese in Terra di Lavoro, dove questi tufi recenti si ligano a masse più antiche di travertino (1). Di maggiore im-

(1) *Osservazioni geognostiche sulla parte settentrionale ed orientale della Campania* (Annali Civili delle due Sicilie, fasc. VI).

portanza poi si vogliono tenere i depositi lacustri che sono prodotti nello Stato Romano dal Lago di Zolfo e dalle acque del Teverone presso Tivoli, e del Velino presso Terni, dove i loro banchi danno origine a cascate famose nel rispetto storico e pittoresco. Non meno celebre è la produzione de' travertini nei Bagni di S. Filippo in Toscana. Ora conosciamo bene la formazione di tali depositi, i quali ci servono come di scala per conoscere l' origine degli altri terreni prodotti anticamente dalle acque dolci.

b) *Terreno alluviale marino.*

Importantissimi sono nella nostra Penisola *i depositi alluviali marini,* ed in particolare gl'interrimenti che seguono lungo le spiagge bagnate dal Tirreno e dall'Adriatico. Per loro effetto molte città un tempo marittime sono ora divenute continentali, e non credo necessario di citarne quì degli esempi che sono a tutti conosciuti. Gl' interrimenti di Ravenna, dell'antica città d'Adria, di Pisa, di Ostia sono famosissimi non pure per il rispetto geologico, ma eziandio per il lato idraulico e cronologico, e quindi meritano di essere indicati nella Carta che ci proponiamo di eseguire.

Quì conviene nominare per passo la famosa *arenaria recente di Messina*. Tutti credono, perchè in tutte le opere di geologia così si legge, che il consolidamento di questa pietra sia una produzione recente, secondo che già affermarono Saussure e Spallanzani, e molti altri appresso di essi. Ora avendo io più volte esaminato questo fatto, ho conosciuto non esser vero quello se ne dice, poichè la pietra di che si parla è una puddinga terziaria, spettante alle parti superiori de' depositi pliocenici recenti di Sicilia, che appresso esamineremo.

c) *Terreno quaternario* ( *spiagge emerse* ).

Sono assai rinomati alcuni luoghi della nostra Penisola, dove occorre vedere delle terre emerse dal mare dopo l'esistenza dell'uomo alla superficie del Globo. Tutti conoscono i depositi marini contenenti avanzi d' industria umana che il Generale La Marmora ha osservati nelle vicinanze di Cagliari in Sardegna; con grandissimo piacere ho veduto a Genova presso questo distinto geologo i pezzi da lui recati di quel luogo: sono anelli di terra cotta e rottami di stoviglie antiche che trovansi mescolati con ostriche ed altre conchiglie recenti in un banco alluviale. Della stessa età sono probabilmente i depositi che occorrono ad Antignano vicino Livorno, dove Savi e Guidoni hanno trovato avanzi di simile natura; e quelli del Capo S. Ospizio vicino Nizza descritti dal Risso. La maggior parte dei geologi italiani si accordano a dare il nome di *quaternari* a questi depositi, i quali, quantunque appartengano al periodo moderno ossia storico, nondimeno si vogliono distinguere da quelli che sono anche oggigiorno in via di formazione. La loro particolare istòria troverà suo luogo nella descrizione della Carta di ciascun cantone d'Italia.

La emersione intanto di queste terre ligasi con un fenomeno molto rilevante che si vede seguire oggigiorno in vari luoghi del Globo, e segnatamente nella nostra Penisola. Ciò sono le variazioni del livello del mare che avvennero in tempi storici, e che occorrono tuttora in più luoghi del nostro paese nell'uno e nell'altro mare. Le quali variazioni debbono formare soggetto importantissimo della Carta geologica Italiana. E per uscire un poco del vago, in che fin quì tale quistione si è rimasta in Italia, sarebbe necessario di fare in qualche parte lavori di precisione simili a quelli che sono stati fatti dal Bravais nella Scandinavia. Perocchè laddove in un sol luogo fosse bene

chiarita la causa che dà origine a queste variazioni, ciò basterebbe a metterla in piena evidenza in tutta la Penisola. Attendendo che questo mio desiderio sia compiuto, piacemi di far quì conoscere i risultamenti delle mie osservazioni fatte in due lontane parti d'Italia, cioè ne' golfi di Pozzuoli e di Gaeta, ed in quello della Spezia. In tutti tre questi golfi vivono un gran numero di que' molluschi litodomi dimandati *modiola litophaga*; i quali forano le pietre calcaree de' monumenti antichi di Pozzuoli che son bagnati dal mare, ovvero le medesime rocce che formano le montagne cadenti nei golfi di Gaeta e della Spezia. Ora non si può certamente dubitare che questi tre luoghi d'Italia non si trovassero diciotto secoli fa, allorquando erano pertugiate le colonne del Tempio di Serapide, nelle medesime circostanze in cui si trovano adesso per rispetto ai molluschi foratori; o per meglio dire, se questi vivono adesso ne' tre luoghi citati, e sappiamo di certo che in due di essi, a Pozzuoli cioè e Gaeta viveano ancora nei primi tempi dell'era Cristiana, ogni ragione vuole che doveano vivere ancora nel terzo luogo, cioè al golfo della Spezia: nondimeno ne' golfi di Pozzuoli e di Gaeta accade di vedere una gran quantità di fori di questi animali situati a molta altezza sopra il livello del mare, e nessuno poi se ne osserva alla Spezia dove sono costantemente a fior d'acqua. Il quale fatto a me sembra dimostrare evidentemente, che le variazioni tra il livello del mare e delle terre avvenute nel paese di Napoli sono un fenomeno al tutto locale, derivante cioè da movimenti del suolo; poichè elle sono seguite in due luoghi diversi d'Italia con una differenza di livello, la quale non si accorda colla legge di equilibrio delle acque.

## §. II. TERRENO ALLUVIALE ANTICO.

Esamineremo in questa rubrica il *terreno alluviale antico* propriamente detto, o *diluvium*, i *massi erratici*, e le *brecce e caverne ossifere*.

a) *Diluvium.*

I due luoghi più famosi d'Italia per la grande estensione del terreno alluviale antico, sono, la pianura della Puglia e quella di Lombardia. La prima è un *diluvium* appenninico composto di un grosso deposito ciottoloso di calcare appenninico, il quale è ricoverto da uno strato più o meno grosso di terra vegetabile. La pianura di Lombardia è un *diluvium* alpino così ben conosciuto, che non occorre che più innanzi io ne dica.

Nel Regno di Napoli sono state trovate ossa e difese elefantine in più luoghi. Io ne farò menzione quando si tratterà della Carta geologica di quel paese. In molti altri luoghi d'Italia sono stati scoperti i medesimi avanzi, i quali conviene che sieno distinti da quelli trovati nei depositi subappennini.

Farò quì menzione ancora di un *diluvium* al tutto locale che mi è occorso vedere in una delle regioni più elevate dell'Appennino napolitano, cioè nei monti delle Mainardi: ed è bellissimo esempio di un diluvio locale, poichè è stato prodotto dalla rovina di un gran lago, di cui gli avanzi sono tuttora assai bene riconoscibili.

Finalmente sono da nominare in questo luogo gli estesi depositi di tufi vulcanici che occorrono nella Campania e nel Lazio. La disseminazione dei quali è così enimmatica come quella dei massi erranti. Io ho esaminato particolarmente questo soggetto in un mio lavoro, nel quale ho cercato dimostrare che le materie componenti que' vasti depositi, dopo essere state rigettate dall'eruzioni del vulcano di Roccamonfina, furono trasportate ed ammassate in lontane parti da correnti acquose (1). Questo fatto geologico è uno dei più curiosi ed importanti che occorre di vedere nell'Italia meridionale, e spezialmente nella

(1) *Osservazioni geognostiche* dinanzi citate, §. 45 e segg.

Campania; io ho cercato di farlo conoscere per minuto; ma ei pare che sia stato poco curato dai numerosi geologi che visitano quel paese, i quali ne hanno parlato leggerissimamente e con molta inesattezza. Io mi propongo di tornare a ragionarvi sopra nella spiegazione della Carta di Napoli.

b) *Massi erratici*.

Passiamo ora ai massi erratici. Sonovi in Italia esempi di *trovanti* (1) oltre a quelli già conosciutissimi che occorrono in Lombardia e nel Piemonte? Io non posso indicare che quelli i quali sono stati osservati nel paese di Napoli. Dove mi è occorso vederne molti sparsi sulle colline terziarie di Cajazzo e di Cerreto in Terra di Lavoro (2). Ma il mio collega Gasparini ne ha trovato alcuni più curiosi per la loro grandezza e giacitura sui monti calcareo-arenacei della Basilicata, e sono composti di granito tenacissimo. L'origine dei quali è al tutto inesplicabile secondo le ipotesi che corrono comunemente oggigiorno su questo proposito; perocchè ponendo che tali sassi provvengano dai monti di Calabria, che è il paese granitico più vicino, essi hanno dovuto superare non pure valli e pianure, ma ancora montagne alte e continue; ed oltre a ciò non sono i monti granitici di Calabria di tale elevazione che abbiano potuto dare origine a grandi ghiacciai ovvero a correnti acquose, le quali si fossero avanzate a traverso una giogaia di monti; ovvero, per parlare con più precisione, non si può spiegare affatto la loro origine supponendo cause che avessero operato alla *superficie* del suolo.

(1) I geologi Italiani riuniti al Congresso di Milano sono convenuti di accettare il nome di *trovanti* con cui i massi erratici vengono comunemente dimandati in Lombardia. Il quale nome essendo stato anche adoperato dal Breislack, non manca di autorità competente per essere introdotto nella scienza.

(2) *Osservazioni* sopra citate, §§. 24 e 25.

Limitandomi dunque ad accennare questo fatto, dirò ancora che i massi erratici della Basilicata porgono l'esempio più meridionale di tal natura che si vegga in Europa.

Io non oserò parlare dei massi erratici che occorrono al piede delle Alpi dalla parte dell'Italia, primamente perchè non ho avuto occasione di bene studiargli; e poi per essere stato questo argomento alla lunga discorso da geologi assai valorosi. Nondimeno non posso tenermi dal manifestare l'idea che mi fecero nascere quelli che colla Sezione di Geologia osservai nelle vicinanze di Varese. Io mi accordo con la opinione del mio collega sig. Balsamo Crivelli che il terreno di trasporto situato a piè delle Alpi di Lombardia si presenta in due forme diverse, le quali sembrano indicare due periodi distinti. La massa più copiosa forma vasti depositi, che sono continui, e mostrano una tendenza alla stratificazione; essi si alzano in colline, riempiono le pianure e le valli, e cingono ancora in forma di mantelli le montagne secondarie. Nella superficie poi di questo terreno, ed ancora sopra le vive rocce secondarie, si trovano sparsi di tratto in tratto i massi erratici, composti di rocce per lo più cristalline, i quali per la loro giacitura hanno una fisonomia tutta particolare (1). Questa medesima differenza pare sia stata riconosciuta da Charpentier, Studer, Necker, ed E. Beaumont in altri luoghi delle Alpi, e dal Durocher nel *diluvio Scandinavo* (2). Pognamo adunque colla comune degli osservatori due ordini di fenomeni di trasporto nelle Alpi; uno *diluviale antico* prodotto manifestamente dalle acque, secondochè indica la sua forma e disposizione, l'altro *erratico*, la cui origine è un mistero; il primo di un periodo anteriore al secondo. Ciò posto, dirò qualche cosa dei massi erratici che mi vennero veduti nelle vicinanze d'Indunno. Dei quali due principalmente sono notevolissimi, entrambi com-

(1) *Milano, e il suo territorio:* vol. II. pag. 17.
(2) *Observations sur les phénomènes diluviens en Scandinave.*

posti di melafiro, e sono di mole gigantesca; tanto che il sig. Curioni gli novera tra' più grandi che occorrono nella provincia di Como, e ponegli a lato di quello famoso di granito che si ammira a Pravolta sopra Bellaggio, e fu descritto dal Labeche (1). Questi due massi adunque trovansi nella costa di una montagna calcarea, ed in tale posizione che mostrano tutta la meraviglia del fenomeno erratico. Essi traggono indubitatamente loro origine dalle vicine masse di melafiro di Lugano, dalle quali pertanto son separate da un tramezzo di monti calcarei. Ora chi ben considera la loro posizione, facilmente vedrà che nè l'azione dei ghiacciai, che mancano assolutamente in quel sito, nè tampoco l'altra delle correnti acquose, ha potuto collocargli in quella singolarissima giacitura. Come prima gli vidi, mi fecero sorgere l'idea che fossero piombati dall'alto, ciò che ancora è dimostrato dall'essere il più grande di essi fenduto verticalmente. E mi richiamarono alla mente i massi di lava basaltica poco più piccoli di mole, i quali furono lanciati dall'eruzione del Vesuvio del 1822 nella valle dell'Atrio del Cavallo, dove tuttora si veggono. Laonde io non tardai a pensare che que' massi di melafiro furono lanciati in aria dall'esplosioni che accompagnarono lo sbocco dei melafiri di Lugano.

Ma se tale è stata l'origine dei massi di melafiro d'Indunno, può credersi mai che tutti gli altri massi erratici di Lombardia sieno stati da una causa medesima prodotti? Veramente io non saprei tanto affermare. Questo so bene, che la natura è molto semplice nelle sue operazioni: e sarebbe stranissima cosa il pensare che un ordine di fenomeni, che sono tanto affini per tutt'i rispetti, possano dirivare da cause differenti. Se quindi i massi erratici di melafiro traggono origine da eruzioni di questa roccia, sembra natural cosa il conchiudere che anche quelli di granito da eruzioni granitiche sono stati prodotti e sparpagliati.

(1) *Manuel de Géologie,* sect. III.

Forse opporrà qualcuno a questo pensamento i massi erratici di calcare, di puddinghe e di altre rocce non eruttive che occorrono talvolta nel gran fenomeno. Questa difficoltà non mi sembra di nessun peso. Immaginiamo un suolo piano fatto nella superficie di strati di calcare, di puddinghe e di altre rocce di sedimento, inferiormente poi di granito e di altre rocce cristalline. Immaginiamo che una violentissima forza sotterranea squarci per lunghissimo tratto questo suolo, lanciando in aria e ridotte in frammenti le masse che faceano resistenza al suo impeto. Che debbe seguitarne? Il maggior numero di frammenti lanciati dovrà appartenere alle rocce inferiori, come quelle che si trovarono esposte all'urto più violento; ed il minore alle rocce stratificate superficiali. E questo è appunto quello che si osserva, perocchè tutti convengono che il più gran numero di massi erratici è fatto di rocce cristalline. Havvi ancora un'altra osservazione che viene in appoggio di ciò. I geologi di Milano mi hanno fatto sapere che tra i massi erratici della Provincia di Como molti ce ne ha che non si trovano in posto in nessun luogo delle Alpi, o almeno non vi sono conosciuti: e mi hanno altresì assicurato che a Como ci ha collezioni di questi *trovanti* alpini, ma stranieri alle Alpi, i quali sono tutti cristallini, e si prestano assai bene alla pulitura. Con la teorica de' ghiacciai e delle correnti acquose non si può mica comprendere il trasporto di questi massi, poichè l'azione di dette cause essendo del tutto superficiale, non poteano cacciare in luoghi lontani delle materie che non incontravano sul suolo; laddove ponendo una eruzione sotterranea, si può molto più facilmente spiegare il mistero.

Abbiamo veduto che il terreno di trasporto alpino dimostra di essere stato prodotto in due periodi diversi, i quali sono comunemente distinti col nome di *diluviale* e di *erratico*. Si può bene supporre che il primo deposito sia stato prodotto da un sollevamento alpino generale seguìto sotto una massa di acqua:

per modo che le materie rigettate dal cataclisma sieno state poi accumulate e disperse dalle onde nelle pianure che si distendono a piè delle Alpi. Il secondo poi più recente può essere stato il prodotto di eruzioni posteriori e circoscritte, seguite all'aria libera; le quali furono cagione di quello sperdimento di materie ch'è principal contrassegno del fenomeno erratico. In taluni casi per altro i due fenomeni diluviale ed erratico avranno potuto avvenire contemporaneamente e confondersi insieme nel modo che appresso sarà indicato. Questo intanto vuolsi notare, che i luoghi delle Alpi famosi per i massi erratici sono nel mezzogiorno la Lombardia e nel settentrione la Svizzera, cioè le contrade comprese tra il Monte Bianco e il S. Gotardo, dove si trovano i più grandi ammassamenti di graniti alpini. Laddove mancano quasi del tutto nelle Alpi orientali, dove ancora sono più rare le masse cristalline eruttive. Se si volesse ciò attribuire all'altezza che hanno le Alpi nel tratto citato, e quindi ai ghiacciai che vi si hanno dovuto accumulare, si può rispondere che dal lato della Lombardia i massi erratici occorrono con tutte le forme medesime che presentano nella Svizzera, e nondimeno i ghiacciai vi mancano quasi del tutto.

In una nota letta dal sig. Studer nella Sezione di Geologia del Congresso di Milano, questo distinto geologo prese a parlare dei massi erratici secondari, e propriamente di que' frammenti di granito, i quali si trovano incastrati in rocce secondarie, che sono in contatto colle ofioliti, ed in luoghi ove non è granito in posto; e manifestò l'opinione che que' massi fossero stati trasportati da azioni sotterranee. Egli è dunque bene possibile che tal fenomeno siasi più volte ripetuto alla superficie del Globo, e che gli più antichi di questa sorte sieno stati in gran parte cancellati dalle rivoluzioni seguite posteriormente. E se il gran fenomeno erratico alpino vedesi ancora in tutta la sua grandezza, e dirò quasi conservazione, ciò debbesi attribuire al periodo recente della rivoluzione fisica che lo produsse, gli

effetti della quale non sono stati guasti ed occultati da altre rivoluzioni posteriori.

Lo Breislak, che pure aveva occhio acutissimo, non pensò di applicare le sue grandi conoscenze vulcanologiche alla spiegazione del fenomeno erratico, ed ebbe anch'egli ricorso all'azione dei ghiacci. Non però di meno osservando i numerosi mucchi di massi erratici che si veggono non lungi da Greghentino discendendo al lago di Olginate, esclamava: *pare sia stato il campo di battaglia, dove hanno fatto guerra i giganti.* E de Buch parlando dei massi erratici del Giura, dice che movendo dal Vallese *sembrano aver dovuto volare per sopra il lago di Ginevra.* Nelle quali espressioni è da notare l'idea evidente che danno al pensiero di una caduta e sperdimento per aria.

Se l'esplosioni che hanno accompagnate le grandi azioni sotterranee terrestri sono state la causa della dispersione dei massi erratici, noi dobbiamo trovarne ancora le pruove nei sollevamenti delle rocce piroidi, e ne' fenomeni vulcanici attuali. Nello studio che ho fatto finora delle regioni trachitiche italiane, io non ho recato una speciale attenzione su questo accidente, e non dubito di trovare in qualche parte un buon esempio di tal natura. Ma frattanto posso citare un luogo dell'Alvernia, dove mi sembra che sia stato osservato il fenomeno di che si ragiona con tutte le circostanze che si richiedono dalla nostra ipotesi. Nelle vicinanze di Saignes, circondario di Mauriac, ed in un raggio di alcuni chilometri, si veggono un gran numero di massi liberi di trachite compatta con amfibolo acicolare e mica che poggiano sullo gneis. Essi sono tutti angolosi, ed hanno una grandezza variabile; ma ce ne ha uno di circa due metri cubici, situato tra due corsi di acque in un punto che domina tutte l'eminenze circostanti. La roccia trachitica più vicina che sta in sua natural giacitura, trovasi alla distanza di circa 8 chilometri, ed è separata dal luogo che contiene i massi liberi trachitici da

colline assai elevate (1). Il sig. Deribier de Cheissac, che ha osservato pel primo questo fatto, lo spiega supponendo, che una formazione trachitica ricuopriva un tempo tutta la valle di Saignes, e che talune eruzioni seguite posteriormente ruppero e dislogarono in più luoghi le trachiti, i frammenti delle quali furono col tempo trascinati dalle acque, lasciando così a nudo il terreno di gneis. Lascio che altri giudichino della verisimiglianza di questa spiegazione. Quanto a me io veggo nel fatto citato un fenomeno semplice e naturale, prodotto dall'esplosioni che accompagnarono lo sbocco della massa trachitica.

Rispetto poi al fenomeno erratico cagionato dai vulcani attuali, io desidero che nel prossimo Congresso di Napoli, la Sezione di Geologia rechi tutta la sua attenzione ai massi di lava basaltica che sono nel Vesuvio nell'Atrio del Cavallo, conforme ho detto di sopra, e gli comparino co' massi erratici di melafiro d'Indunno, co' quali hanno non pure analogia di forma, ma eziandio di composizione (2). E poi desidero ancora che osservino i pezzi di scorie e di lave rigettati nella medesima eruzione del 1822 sulle coste esteriori del monte di Somma, dove, *si magna licet componere parvis,* tengono la stessa posizione che i massi erratici d'Indunno rispetto ai melafiri di Lugano. Finalmente sarà utilissima cosa che osservino i banchi di lapilli e di pietre vulcaniche lanciate dalle eruzioni del Vesuvio sulla cima

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France,* tom. XIII, pag. 123.

(2) Io son di credere che per conoscere la parte che hanno potuta avere l'esplosioni sotterranee nella dispersione de' massi erratici, sia necessario esaminare in prima i massi di lava augitica del Vesuvio rigettati nella eruzione del 1822, poi passare a quelli di melafiro delle vicinanze d'Indunno in Lombardia, che tengono alle masse eruttive della stessa roccia presso Lugano, e finalmente studiare quelli di granito delle Alpi di Lombardia e della Svizzera. Così si avrà una serie compiuta dello stesso fenomeno, la quale muoverà da un termine attuale conosciuto e condurrà ad un altro della stessa natura, ma più grande, che risale ai periodi passati del Globo.

delle montagne calcaree di Castellamare. In tutt' i quali fatti confido che la Sezione ravviserà un' analogia grandissima col fenomeno de' massi erratici. Sono certo nondimeno che molti troveranno la causa da me indicata incapace di spingere massi enormi a grandissima distanza, come sono quelli che si veggono sulle coste del Giura e sopra Bellagio dal lato di Como. Che riflettano costoro essere il Vesuvio un bucolino da talpa rispetto all' immenso squarcio che dovè seguire nel sollevamento delle grandi masse del Monte Bianco, del Monte Rosa ec., e quindi che l'urto sotterraneo deve considerarsi nella medesima proporzione relativa. E se una eruzione del Vesuvio ha avuto tal forza di lanciare in aria a grandi distanze massi di lava come quelli che si veggono nell'Atrio del Cavallo, se d'altra parte sappiamo dal Condamine che il Cotopaxi ha lanciato alla distanza di 8 a 9 miglia un masso di pietra di circa 100 metri cubici (1), possiamo bene ammettere che il grande sollevamento delle Alpi dovè produrre effetti immensamente maggiori. Inoltre quando si considera la forza colossale che è bisognata per isquarciare e raddrizzare gl'immensi banchi calcarei, che veggiamo rovesciati dall'un fianco e dall'altro delle Alpi, qual meraviglia dobbiamo provare, veggendo sul Giura la *Pierre à Bot* ed a Bellagio il *masso di Pravolta*, e se gli consideriamo lanciati per forza di esplosioni una dalla cima del Monte Bianco, l'altro dai monti della Valtellina? Quanto a me io non sono più sorpreso di ciò, che dell'altro fatto col quale si è messo al confronto. Nondimeno volendo conoscere un po' addentro il vero valore di questa obbiezione, ho avuto ricorso al mio egregio collega Prof. Mossotti, al quale ho esposto il soggetto della quistione, pregandolo che vi applicasse le formole della balistica. Gli elementi da me somministrati a tal fine sono 1.° il volume ed il peso della *Pierre à Bot*, 2.° la sua distanza dal Monte Bianco, dal quale il

(1) *Voyage à l'equateur.*

medesimo masso si fa dirivare, ed onde io il suppongo lanciato, 3.° un angolo d'inclinazione piuttosto sfavorevole alla proiezione. Da un'altra parte 1.° il volume, il peso e la distanza del masso lanciato dalla eruzione del Cotopaxi, 2.° la intensità della forza, valutata in pressioni atmosferiche, che deve sollevare la colonna di lava su la cima de' più alti Vulcani del Globo (1). Or le ricerche, che il prelodato Professore ha fatte su tale proposito, e delle quali per ora mi ha data soltanto una comunicazione verbale, l'hanno condotto a questo risultamento, che la velocità la quale è stata necessaria per lanciare la *Pierre à Bot* dalla cima del Monte Bianco al luogo dove ora si trova, non eccede i limiti di quella che la forza ordinaria de' vulcani può essere capace d'imprimere. Le particolarità di queste ricerche saranno pubblicate in seguito, sì tosto come il mio rispettabile amico le avrà menate a termine. Per ultimo è da fare questa riflessione, che tanto nella ipotesi degli *esplosionisti* che dei *glacialisti* uopo è ammettere una energia di forze che sorpassa ogni umano

(1) Ecco un modo come si può valutare la intensità della forza vulcanica per la via indicata: « Egli è certo che l'Etna, il Picco di Teneriffa « e l'Antisana, che sono noverati tra' più alti Vulcani del Globo, hanno « versato lave dai crateri aperti nelle loro sommità. Il cratere dell'Etna « è alto 3300 metri sopra il livello del mare, quello di Teneriffa 3710 m., « il cratere dell'Antisana 5833 m. Possiamo dunque valutare in pressioni « atmosferiche il peso della colonna di lava che la forza interna ha dovuto « sostenere per versarla a tali altezze. Se questa colonna fosse stata di ac- « qua, poichè questo liquido è sollevato a 10$^{m}$, 5 dalla pressione atmosfe- « rica, sarebbero necessarie più di 300 atmosfere per sostenerla alla som- « mità dell'Etna, più di 350 al Picco di Teneriffa, più di 550 all'Antisana. « Ma il peso specifico delle lave, almeno allo stato solido, è tra 2 a 3; « dunque sono bisognate nell'Etna circa 900 atmosfere, e nell'Antisana « circa 1500. Or si può giudicare degli effetti che una tal forza deve « produrre comparandola a quella delle nostre macchine a vapore, delle « quali le più energiche non sopportano ordinariamente che la pressione « di 4 e 5 atmosfere, e nessuna è stata costruita di forza superiore a 10 « atmosfere ». (Beudant, *Cours élémentaire de Géologie* §. 47).

pensiero. Ma ci ha questa grandissima differenza, che i primi possono invocare in loro aiuto una intensità di azione, quanto vogliono maggiore delle forze presenti, perchè la loro idea va intieramente d'accordo coi fenomeni passati del nostro pianeta; laddove gli altri non possono fare lo stesso senza sconvolgere tutto l'ordine delle leggi geologiche che ci sono meglio conosciute.

O io m'inganno, ovvero la ipotesi la quale attribuisce a sotterranee esplosioni lo sperdimento dei massi erratici, è tutta semplice e naturale. Ella muove da buoni ragionamenti, e, che più è, non ha bisogno di rompere il filo che conosciamo de' fenomeni tellurici passati. Ella fa sparire tutte le difficoltà che finora hanno tormentata la mente de' geologi per ispiegare un creduto mistero. Se qualcuno volesse spiegare l'arrivo di un animale in un luogo cinto di alte mura, potrebbe bene lungamente impazzare sognando varie cose; ma s' ei giunge a riconoscere che quell' animale avea le ali, ogni dubbiezza sparisce all' istante.

Io non nego che ci ha pure delle difficoltà che si fanno incontro a questa ipotesi, la prima volta sostenuta dal celebre De Luc. Ma dico solo ch' ella non meritava di cadere in tale abbandono che fosse al tutto dimenticata durante la disputa accanita *degl'incomprensibili ghiacciai* e *ghiacci universali* (1).

La natura di questo scritto non concede che io possa allungarmi intorno ai fatti che prestano appoggio alla ipotesi delle esplosioni per ispiegare la misteriosa origine de' trovanti. Nondimeno siami concesso di esporre tutto il mio pensiero circa questa famosa quistione, e di prevenire le principali difficoltà che

(1) Io ho letto con grandissimo piacere l'*Essai sur les glaciers* del sig. Charpentier: lavoro assai ragguardevole per il gran numero di fatti messi insieme, e per l'ordine, chiarezza e precisione con cui sono esposti. Ma invece di trovare in essi argomenti contrari alla ipotesi delle esplosioni, vi ho riconosciuto invece un appoggio notevolissimo.

contro la proposta spiegazione si potrebbero addurre. Si è disputato tanto sopra questo soggetto, che poche parole di più non saranno, spero, giudicate sazievoli. I fatti principali sono universalmente conosciuti. Le opinioni intorno ad essi corrono diverse. Io riepilogo la mia nel modo seguente.

1.° Il terreno alluviale antico ed il terreno erratico delle grandi catene montuose, quantunque sieno diversi quanto alla forma, ebbero nondimeno una origine primitiva comune. I loro rottami furono prodotti dall' esplosioni che accompagnarono i sollevamenti montuosi.

2.° Quando i sollevamenti montuosi accaddero nel seno del mare, i loro rottami furono intieramente modificati dall'azione delle acque, e ne derivò il terreno alluviale antico.

3.° Allorchè i sollevamenti seguirono nell'atmosfera libera, la caduta dei rottami diede origine al terreno erratico.

4.° In qualche sollevamento sommarino si poterono produrre ad un tempo terreno diluviale e terreno erratico. I rottami che caddero nel seno delle acque e furono esposti all'azione delle onde, furono arrotati levigati e disposti in quella particolar forma che presentano le materie trascinate dalle acque. I frammenti che caddero in parti ove furono sottratti all'azione delle acque conservarono le forme angolose e sparpagliate, che contrassegnano il terreno erratico.

5.° In una medesima catena di monti poteano seguire sollevamenti in tempi vari e con accidenti diversi: gli uni poterono essere sommarini, gli altri subatmosferici. Quindi nel primo caso il terreno che ne nacque prese la forma di terreno diluviale ed erratico. Nel secondo quest'ultima solamente. E però talora il terreno diluviale vedesi confuso col terreno erratico, talora ne è distinto.

6.° Tutta l'accortezza del geologo dev' essere nello sceverare i rottami modificati dall'azione delle acque (terreno alluviale antico), da quelli che non soffrirono questa modificazione (terreno erratico).

7.° Nel terreno alluviale che accompagna il terreno erratico non si possono trovare corpi marini, primamente perchè questi furono distrutti dalle azioni gassose e calorifiche che precedettero ed accompagnarono i sollevamenti montuosi, e poi perchè il suolo ed il bacino in cui viveano furono ricoperti per una spessezza enorme da accumuli di rottami, i quali ingombrarono una vasta estensione di paese dintorno, e mutarono del tutto la sua faccia.

8.° Poste le condizioni dette di sopra, le quali sono tutte appoggiate da fatti, si spiegano felicemente tutti gli accidenti che il terreno erratico presenta *ovunque è stato osservato*, e si ligano in modo naturale questi accidenti alla *causa unica* che produsse tutte le rivoluzioni del Globo, cioè *ai sollevamenti delle montagne*.

E termino quest'argomento con dire che la quistione de' massi erratici mi sembra somigliare molto a quella agitossi nella fine del secolo passato e nel cominciamento di questo circa la origine de' basalti. Havvi nondimeno una differenza, che laddove in quest'ultima controversia vi era un partito che difendeva il lato della verità, nell'altra tutti gli spiriti sono svagati appresso a cause forse lontane dal vero. Si può affermare che la quistione de' basalti fu risoluta al Vesuvio, dove un gran geologo italiano fece vedere che i fuochi sotterranei producevano lave molto simili alle rocce su citate. Io preveggo che la stessa sorte toccherà alla disputa circa l' origine de' massi erratici; ella forse troverà termine nel Vesuvio, se bene si esamineranno i fatti che dinanzi sono stati allegati.

### c) *Brecce e caverne ossifere.*

Noveriamo i luoghi più conosciuti d'Italia dove incontra vedere queste curiose giaciture di fossili. Cominciando dalla Sicilia sono da citare primamente le famose grotte di S. Ciro e

di Billiemi presso Palermo, onde sono stati dissotterrati grandissima copia di ossami appartenenti il maggior numero ad ippopotami, con pochi avanzi di elefante, di cervo e di bue (1). Nelle vicinanze ancora di Siracusa sono stati ritrovati ossami simili presso a poco nelle medesime condizioni. Passando all' Italia continentale occorre la grotta di Palinuro in Basilicata sulla spiaggia del Mediterraneo: il celebre Brocchi reputò le ossa contenute in quella grotta come rilievi di animali uccisi e mangiati quivi dentro da corsari e da naviganti (2); ma egli è da desiderare che qualche zoologista faccia uno studio accurato di quelle reliquie, le quali probabilmente avranno la stessa origine di quelle trovate nella medesima posizione in molti altri luoghi d'Italia. Appresso non mi rimane che citare le brecce e caverne ossifere dei monti di Pisa e della Spezia, le quali sono state diligentemente descritte dal Prof. Savi (3), e le brecce ancora più famose di Antibo presso Nizza che sono generalmente conosciute nella scienza. Tutt'i luoghi dianzi nominati sono notevoli per la loro posizione lungo le spiagge del Mediterraneo; ma ci ha depositi della stessa natura che occorrono in Italia molto dentro terra: di tal novero sono le brecce trovate nelle vicinanze di Siena e le caverne ossifere di Romagnano, di Ceri e di altri luoghi del Veronese che il Prof. Catullo ci ha fatte conoscere (4). Nel capo Argentaro in Toscana sono stati trovati avanzi di ossa umane mescolati con altri di altri animali, con conchiglie marine e con antiche reliquie d'industria umana: è questo il solo esempio ch'io mi conosca in Italia di sepoltura di ossa umane; ed al pari di quelle trovate in altri luoghi vogliono

(1) Scinà, *Rapporto sulle ossa fossili dei contorni di Palermo* — Christie (*Ann. des Scien. Nat.* vol. XXV).

(2) *Conchiologia fossile subappennina:* tom. I. pag. 258.

(3) *Sopra una caverna ossifera scoverta in Italia* (Nuovo Giornale dei Letterati di Pisa, Tom. II. fasc. XXIII).

(4) *Memoria sulle caverne delle Provincie Venete*. Venezia 1844.

essere bene esaminate per rispetto alla loro giacitura, onde cessino le dubbiezze che ancora lasciano universalmente negli animi.

## §. III. TERRENI TERZIARI.

I terreni terziari prendono vasti spazi nella nostra Penisola, e sono divenuti classici nella scienza dopo la pubblicazione della grande opera del Brocchi (1). Essi presentano tutte le divisioni che dai geologi sono state riconosciute in queste sorte di terreni; perchè ce ne ha del periodo *pliocene recente*, del *vecchio pliocene*, del *miocene*, ed *eocene*, secondochè apparirà dallo schizzo che quì ne diamo.

### a) *Depositi pliocenici recenti.*

I depositi del *nuovo pliocene* sono in parte di acqua dolce, in parte marini. Appartengono ai primi i travertini antichi del regno di Napoli, dello Stato Romano e di Toscana. I secondi si trovano tutti nel regno di Napoli, e tengono ora notevole posto nella scienza: tali sono i depositi di Pozzuoli e d'Ischia, quelli di Taranto e della Sicilia meridionale.

Ei pare che dopo la formazione delle marne e sabbie subappennine scaturirono in diverse parti d'Italia abbondanti acque minerali calcarifere, le quali accolte in particolari bacini dettero origine a que' grandi ammassamenti di travertino che si veggono nel regno di Napoli, nello Stato Romano, e in Toscana. Essi sono in tali posizioni, che mostrano di essere stati prodotti in un periodo immediatamente anteriore al presente; ed in alcuni luoghi ancora si ligano a masse della stessa natura che sono tuttora in via di formazione. Io ho fatto conoscere due luoghi del regno di Napoli, dove questi antichi travertini sono veramente

(1) *Conchiologia fossile subappennina.*

notevolissimi per la loro singolare giacitura e per i grandi ammassamenti che formano. Uno di tali depositi trovasi nella sorgente del fiume Volturno nell'alto degli Appennini delle Mainardi; la sua forma indica chiaramente di essere stato prodotto nel seno di un alto e profondo lago, che poi nabissò e diede origine a quel *diluvium* locale del quale ho di sopra parlato (1). L'altro trovasi a Civitella del Tronto negli Abruzzi e nelle sue vicinanze. Quest'ultimo è prossimo al deposito del fiume Tronto presso alla città di Ascoli nello Stato Romano; il quale è assai più rilevante inquantochè forma enormi ammassamenti situati come cappello sopra il terreno terziario medio, ed è diviso da ampie valli prodotte da *denudazione:* uno di tali ammassamenti che trovasi in cima del monte dell'Ascensione si eleva 3678 piedi sopra il livello del mare e contiene varie conchiglie terrestri, lacustri, ed avanzi di vegetabili dicotiledoni (2). Importanti sono ancora i travertini di Tivoli e della cascata del Velino, come quelli che mostrano un passaggio della formazione antica di tali depositi alla loro produzione recente. In Toscana ancora i depositi di cui parliamo riescono notevolissimi: tali sono i travertini del Pitiglianese, i quali, secondo le osservazioni del Savi, sono ricoverti da tufi vulcanici e da peperini, quelli di Colle di Val d'Elsa descritti da Brogniart, quelli di Staggia e di Massa Marittima. Sono da citare in fine i travertini di S. Filippo nel Monte Amiata, dove le masse antiche si ligano con altre che sono al presente in via di formazione.

Io riferisco al periodo pliocene recente questi depositi di acqua dolce 1.° perchè sono sovrapposti in alcuni luoghi a ter-

(1) *Sopra una singolare formazione di calcare lacustre giacente in alto e nel grembo degli Appennini delle Mainardi* (Annali Civili del Regno delle due Sicilie, fascicolo IV).

(2) Io ho date maggiori notizie di questo deposito nelle spiegazioni degli spaccati geologici del Regno di Napoli, che sono stati presentati ai Congressi di Pisa, di Firenze e di Padova.

reni subappennini; 2.° perchè contengono conchiglie ed avanzi di vegetabili che vivono tutti ne' paesi dintorno; 3.° finalmente perchè in alcune parti la causa che gli produsse è tuttora in corso di operazione.

Diciamo ora dei depositi marini.

I depositi di Pozzuoli sono composti di pozzolane e sabbie vulcaniche stratificate contenenti numerose conchiglie ed altri corpi marini, le cui specie simili vivono tuttora nel prossimo mare: si ha già un elenco di queste specie fatto dal Philippi (1). I depositi d'Ischia sono affini a quei di Pozzuoli, e si trovano parte in una argilla azzurra, parte in una marna e parte in sabbie vulcaniche. Le specie di questi depositi sono state descritte da Brocchi ed ancora dal Philippi.

I depositi di Taranto si trovano in riva del *mare grande*, e sono composti di sabbie conchiglifere contenenti numerose specie di conchiglie studiate da Brocchi (2). Tutte le quali specie vivono ora in quel mare da due o tre in fuora, le quali fin quì non vi sono state trovate, ma che pur vivono nel Mediterraneo.

Vengono in ultimo i depositi di Sicilia, i quali hanno lor giacitura principalmente nella meridionale parte di quell'isola. Il Deshayes avendo esaminate 225 specie di fossili che vi furono raccolte dal Lyell, trovò che 215 appartenevano a specie ora viventi nel mare di Sicilia, e 10 a specie sconosciute o estinte. In una collezione di fossili tirati dai medesimi depositi dall'Hoffmann e dal Philippi, quest'ultimo ha trovato 80 per 100 di specie identiche a quelle che vivono ora nel Mediterraneo (3). Ma i depositi terziari di Sicilia si presentano con caratteri di-

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France,* tom. IX. pag. 25.

(2) *Osservazioni geognostiche fatte nella terra di Otranto* (Biblioteca Italiana, tom. XVIII).

(3) *Series molluscorum Siciliæ, tum viventium, cum in tellure tertiaria fossilium.* Berol. 1836.

versi, cioè in alcuni luoghi sono composti di calcare, in altri di argille azzurre. Ora si domanda sapere se questi depositi sono contemporanei, ovvero diversi. Intorno a che ci ha discordanza di opinione. Hoffmann crede che sieno tutti contemporanei. Prevost distingue due formazioni calcaree, una *antica*, l'altra *moderna*, entrambe che si veggono discordanti vicino Trapani, a Melilli, a Siracusa (1). Gemmellaro distingue tre formazioni calcaree, una recente sovrapposta alle argille azzurre (*calcare pettinifero*), un'altra più antica compatta che comparisce nelle vicinanze di Siracusa (*giurgiulena*), la terza la più antica di tutte, è il *calcare di Val di Nolo* (2). È da desiderare che i geologi Siciliani chiariscano questi dubbi coll'esame dei fossili e della sovrapposizione.

Avvegnachè la fauna fossile dei terreni terziari di Sicilia gli ravvicinasse ai terreni pliocenici recenti, nulladimeno si vogliono tenere alquanto più antichi degli altri abbiamo dianzi descritti; primamente perchè aggiungono a molta altezza, e molto più perchè contengono un maggior numero di testacei estinti ovvero stranieri al mare circostante. E poichè ancora la loro *facies* è molto simile a quella dei depositi subappennini, si possono considerare come l'anello di congiunzione tra questi depositi ed i terreni pliocenici recenti.

### b) *Depositi pliocenici antichi.*

Passando ora ai depositi del *vecchio pliocene* vengono i famosi depositi subappennini. I quali sono al presente tanto conosciuti che non mi tratterrò a parlare lungamente di essi. Mi limiterò quindi solo alle osservazioni seguenti.

Si vuol mentovare innanzi tutto i famosi depositi ossiferi di

(1) *Bullet. de la Soc. Géol. de France*, tom. III, pag. 185 e segg.
(2) *Elementi di Geologia* §. 185 e segg.

Figline nel Val d'Arno superiore. I quali da alcuni sono riferiti ai terreni alluviali antichi, da altri alla superior parte dei terreni subappennini. Quest' ultima opinione è la più probabile, perchè è appoggiata alla loro congiunzione coi depositi ai quali si fanno tenere, dove altresì sono state trovate reliquie di grandi mammiferi. Che che di ciò sia, i depositi onde parliamo sembrano di essere stati prodotti nel seno di un lago, che rimase vuotato dopo l'apertura dell' argine che era anticamente all'*Incisa*: di che rendono fede le conchiglie fluviatili che si trovano nella sabbia di Montecarlo. Delle specie di animali che sono state dissepolte da questo deposito io non dirò nulla, trovandosi di già descritte ne' dotti lavori paleontologici del Nesti, del Cuvier e del Blainville.

Venendo ora alla principal massa dei depositi subappennini, farò prima di tutto osservare che essi o mancano del tutto, o compariscono solo per piccoli tratti lungo la spiaggia del Mediterraneo; per modo che chi da Genova muovesse infino a Reggio in Calabria, costeggiando sempre il Tirreno, o non toccherebbe mai questo terreno, ovvero per piccolo tratto soltanto. Al contrario lungo l'Adriatico essi si mostrano molto più estesi e continui; e poi ancora nei bacini interni dell'Appennino. Questa diversa distribuzione di un deposito ch'è tanto abbondante in Italia, sembrami meritare un particolare riguardo per potersi riconoscere onde ella procede; ed io quì la raccomando alla considerazione dei miei colleghi.

Appresso rammenterò in questo luogo che i depositi onde parliamo si presentano in due forme bene distinte dall' un capo all'altro dell'Italia, cioè superiormente sono di natura arenacea, inferiormente di natura argillosa e marnosa: ora non potrebbe essere che queste due forme sieno state prodotte in due periodi differenti? Per risolvere tale questione, ch'io proposi già al Congresso di Lucca, parmi sia necessario un esatto confronto della fauna contenuta nelle due serie su indicate. Importa in

ultimo notare che in alcuni luoghi, avvegnachè rarissimi, i terreni subappennini presentano alternanze di banchi fluviatili e di banchi marini. Il Marchese Pareto ha indicato in una sua dotta scrittura i paesi d'Italia dove gli è incontrato di vedere cotali alternanze, cioè nelle colline di S. Agata e Carezano presso Tortona, dove ancor io ho avuto occasione di osservarle insieme col mio illustre collega, e nelle vicinanze della città di Siena (1).

Ora dirò dei luoghi dove occorrono i depositi subappennini nel regno di Napoli, e delle forme colle quali si presentano.

In Calabria compariscono nelle vicinanze di Reggio, e sono in forma di sabbie granitiche soprapposte alle rocce cristalline dell'Aspromonte, e contengono gran numero di fossili, i quali hanno dato materia alla classica opera dello Scilla (2). Se ne trovano nelle vicinanze di Gerace e nella valle del fiume Mesima vicino Monteleone, dove sono in forma di argille azzurre. Un luogo molto importante di questi depositi è la valle che riunisce i due golfi di S. Eufemia nel Tirreno e di Squillace nell'Jonio, dove occorre il massimo ristringimento della Penisola, e sono composti di gomfoliti e sabbie stratificate abbondantissime di fossili. Altrove ho fatto conoscere che quella valle era occupata nel periodo subappennino da un canale di mare che separava la Calabria settentrionale dalla meridionale, e rendeva quest'ultima un'isola, a quel modo appunto come adesso è la Sicilia (3). La gran valle di Cosenza è ancora ingombra di depositi subappennini, composti di sabbie granitiche piene zeppe di fossili. A questi depositi io fo appartenere l'enorme ammassamento di

(1) *Sopra alcune alternative di strati marini e fluviatili nei terreni di sedimento superiori dei colli subappennini.*

(2) *La vana speculazione disingannata dal senso.*

(3) *Intorno alla separazione della Calabria meridionale dalla settentrionale nel periodo terziario subappennino* (*Annuario geografico italiano*, pubblicato dal Ranuzzi. — Anno 1.°).

sal gemma in cui è aperta la ricca Salina di Lungro in Calabria Citra, la quale era pressochè sconosciuta in Italia innanzi alle notizie che ne ho date in varie mie scritture: per la immensità della sua massa e per le grandi gallerie che vi sono state aperte, può esser messa a pari delle famose saline di Vieliczka e di Cardona. Nella spiegazione della Carta di Napoli io mi propongo di darne una precisa descrizione. I depositi subappennini compariscono in vari luoghi della provincia di Basilicata dal lato dell'Jonio. Essi poi formano la più gran parte dell'asse dell'Appennino che separa la Campania dalla grande pianura delle Puglie, e sono in forma di molasse e di argille, le quali si prolungano nelle valli di Terra di Lavoro prossime alla pianura Campana, dove sono ricoverte a quando a quando da tufi vulcanici (Avellino, Cerreto, Cajazzo) (1). Nella pianura delle Puglie compariscono di parte in parte, come nelle vicinanze di Manfredonia, dove sono composti di un calcare bianco grossiere, presso Bari e nella pianura di Lecce, dove danno origine alla famosa *pietra Leccese*, che è un calcare marnoso bianco molto simile a quello delle vicinanze di Siracusa. Il luogo più importante del regno di Napoli per i depositi onde parliamo, è l'Abruzzo Ultra 1.°; quivi formano una zona di colli a piè dell'alto Appennino del Gran Sasso d'Italia, e discorrono lungo la spiaggia dell'Adriatico, e sono composti di marne, le quali hanno la stessa fisonomia cenerina di quelle del Volterrano; ma sono molto più estese. Io non ho veduto in nessun altra parte d'Italia una contrada più notevole dell'Abruzzo marittimo

(1) Le molasse di Cajazzo e di Cerreto, le quali io ho descritto come appartenenti al terreno subappennino, probabilmente si debbono riferire al terreno terziario medio, perchè quanto alla loro composizione ed alla forma che hanno sono al tutto simili alle molasse che ho veduto presso Tortona nella Liguria: e poichè sono mancanti di fossili, i quali pure abbondano nelle prossime marne azzurre di Montesarchio, si possono anche per ciò ritenere da queste differenti (Vedi le mie *Osservazioni geognostiche nella parte settentrionale ed orientale della Campania* §. 11).

per la forma esteriore delle marne subappennine. Come prima si sbocca dalla gola montuosa di Popoli andando verso Chieti, occorre allo sguardo una vasta estensione di colli contrassegnati da un color cenerino e da scarsezza di vegetazione, i quali colli sono coronati nelle sommità da molti e pittoreschi paesi. Questa veduta poi riesce assai più gradita al geologo, allorquando sale a qualcuno de' detti paesi, come per es. a Chieti, a Penne, ad Atri ec.

Non mi tratterrò a parlare dei depositi subappennini che occorrono nel resto d'Italia, perchè mi converrebbe ripetere cose generalmente conosciute.

### b) *Depositi miocenici.*

Passiamo ora ai terreni terziari *miocenici*. Questi terreni sono ancora molto importanti in Italia per i caratteri che presentano e per le materie diverse che contengono. Per bene esaminargli prendiamo le mosse dal luogo dove la prima volta furono distinti, cioè dalla collina di Superga in Piemonte. Io non istarò quì a dire della opinione del nostro collega Collegno circa le diverse età ch'ei distingue ne' depositi di quella collina (1); conviene attendere che i dotti geologi Piemontesi chiariscano bene tal quistione; a noi basta che l'universale dei geologi riconoscano nella collina citata il principale deposito miocene dell'Italia. Abbiamo già dal sig. Sismonda un catalogo dei fossili che sono stati sin quì trovati nel terreno terziario medio de' colli subalpini (2); il quale catalogo sarà molto utile a confrontare con quelli che si faranno nel resto d'Italia. Togliendo adunque il terreno di Superga come punto di paragone, è stato

(1) Ved. *Mém. de la Soc. Géol. de France,* tom. II. §. 2.

(2) *Osservazioni geologiche sui terreni delle formazioni terziaria e cretacea in Piemonte.*

facile riferire ad esso quelli di Cadibona, di Stradella e di Tortona nella Liguria, e molti altri che occorrono lungo le falde delle Alpi Lombardo-Venete. I medesimi depositi ritornano a comparire a Caniparola nella Lunigiana, ed abbondano poi molto nella Maremma Toscana, dove sono molto importanti per i ricchi depositi di combustibile fossile che vi sono stati scoverti, e per gli avanzi organici che contengono. Il Prof. Savi gli avea già diligentemente descritti col nome di *Terreni terziari ofiolitici* (1), ed a questi ultimi tempi hanno prestato soggetto alla pubblicazione di diverse scritture (2). Gli avanzi organici tanto animali che vegetabili che vi si trovano sono stati descritti ne' lavori dinanzi citati; ma rimane ancora da compiere l'elenco di essi, affinchè si possa conoscer bene la differenza della fauna dei terreni subappennini e di quelli che quì si esaminano. In Romagna i più famosi terreni di tal natura sono quelli di Sinigaglia, tanto conosciuti per le numerose specie di filliti e per i pesci di acqua dolce che vi ha raccolti il sig. Procaccini Ricci.

Nel regno di Napoli ho avuto occasione di esaminare alcuni depositi terziari miocenici, i quali mi hanno tenuto in molte dubbiezze infino a che non ho studiato i depositi della stessa natura che occorrono in Toscana. Ora posso affermare che si trovano con caratteri bene distinti nelle due estremità opposte di quel regno, cioè nell'Abruzzo Ultra 1.° e nella punta della Calabria.

Abbiamo veduto come nel primo dei citati luoghi le marne azzurre subappennine formano una zona che corre tra la spiaggia dell'Adriatico e la giogaia del Gran Sasso. Ora tra l'asse di quella giogaia e le marne anzidette è interposto un deposito

(1) *De' terreni terziari ofiolitici.*

(2) Savi, *Memoria sopra i carboni fossili dei terreni miocenì delle Maremme Toscane.* — Pilla, *Notizie geologiche sopra il carbone fossile trovato in Maremma.*

terziario medio di una enorme spessezza. Il quale è distintamente stratificato, e gli strati sono composti di una regolarissima alternanza di molassa tegnente e di argilla compatta; se non che là dove i monti sono più elevati gli strati di argilla divengono più rari; in molti luoghi tengono masse di gesso subordinate (Ripa presso Teramo). La stratificazione è grandemente dislogata nella parte che è a contatto colle marne subappennine; nell'altra parte poi che si aggiusta al calcare secondario di Monte Corno, dove il deposito aggiunge ad una rilevantissima spessezza, gli strati sono per lo più in orizzontal posizione; fatto curiosissimo, del quale non ho saputo trovar la ragione. Io non vi ho scoverto nessun fossile animale; ma invece vi s'incontrano impressioni vegetabili, e specialmente foglie di piante dicotiledoni, le quali sono al tutto simili a quelle che si trovano nei terreni terziari medi di Toscana; vi sono ancora subordinati in molti luoghi ammassi di ligniti, le quali alcune volte presentano il carattere di un vero litantrace, e sono state perciò più volte soggetto di ricerche industriali (Ripa presso Teramo). Ma ciò che rende veramente notevole quel terreno è la sua enorme spessezza; perocchè là dove si approssima al giogo del Gran Sasso forma monti elevatissimi, le cime dei quali sono coronate di foreste di abeti, e sono separati da valli anguste e profonde; il perchè quella regione presenta al tutto un carattere alpino, e ne' paesi che vi sono sparsi non è raro di vedere il cretinismo ed il gozzo. Di tal sorta sono gli alti monti di Tottea, di Nereto, della Valle Castellana; il Pizzo di Sivo, ch'è il più alto di tutti, s'innalza 8800 piedi sopra il livello del mare, secondo le misure dell'Orsini. Per questa ragione, e per la scarsezza dei fossili, io tardai molto a riconoscere quel terreno come terziario.

Il terreno terziario miocenico che ho osservato in Calabria è di gran lunga inferiore a quello degli Abruzzi per estensione e spessezza; ma è più importante per alcuni suoi particolari accidenti. Esso s'incontra, per dir così, a brani come in To-

scana, ed è principalmente osservabile nel nodo dell'Aspromonte, dove è addossato alle rocce cristalline che compongono quelle montagne. Le rocce che fanno parte di sua composizione sono molasse, ovvero arkosi ed argille compatte distintamente stratificate, e tengono subordinati strati di puddinghe granitiche, e di calcare bituminifero; vi si trovano ancora in alcuni luoghi (ad Agnana, Antonomina) strati di combustibile fossile, il quale ha tutt' i caratterj di un vero litantrace, e per tal rispetto rassomiglia intieramente al carbone fossile di M. Bamboli in Toscana; il perchè più volte in quel terreno sono stati fatti saggi di scavi, i quali continuano anche al presente; ma, secondo mio credere, con poca speranza di buon successo. Siccome alcuni hanno creduto ravvisare in quella parte della Calabria un vero terreno carbonifero, basta sapere contra quest'affermativa che nel deposito di Agnana presso Gerace, ch'è soprapposto al granito-gneis, trovai due specie di conchiglie manifestamente terziarie, l'*amphidesma rubiginosa*, e la *psammobia gari*, e inoltre avanzi di vegetabili dicotiledoni non bene riconoscibili per essere convertiti in materia arenacea. Occorre di vedere questi depositi nel torrente Valanidi e dell'Annunziata presso Reggio, nelle vicinanze di Melito, Agnana ed Antonomina presso Gerace, ed a Stilo in Calabria Ultra 2.ª

Ma ciò che rende veramente preziosi que' depositi della Calabria sono le sue relazioni col terreno subappennino. Nel torrente Valanidi vedonsi gli strati miocenici raddrizzati contro le rocce cristalline dell'asse centrale, alle quali stanno addossati, e sopra di essi sono posti in giacitura discordante, banchi di sabbie subappennine conchiglifere in loro natural posizione. È questo il più bello esempio di giacitura discordante che io mi abbia osservato in tutta la Penisola, secondo che vedesi rappresentato nella figura I.ª della Tavola annessa al presente lavoro. Dal quale fatto si possono tirare due deduzioni importanti, cioè; 1.° la differenza precisa di età del terreno terziario medio e

del subappennino, 2.° l'indicazione del periodo di sollevamento dell'Appennino di Calabria, che è avvenuto tra lo spazio del deposito pliocene e del miocene. Ma di questo torneremo a parlare più appresso. In generale si osserva in Calabria che gli strati del terreno terziario medio sono grandemente dislogati e raddrizzati; e quelli del terreno subappennino stanno in posizione normale.

Ora conviene dire di una opinione del mio egregio amico sig. Coquand sopra i terreni terziari medi dell'Italia. Avendo avuto occasione di studiargli in Toscana, ha riconosciuto che sono al tutto somiglianti a quelli delle vicinanze di Aix in Provenza, ch'egli ha assai bene illustrati: la quale rassomiglianza ei ravvisa non pure nella natura degli strati e nella loro posizione, ma eziandio negli avanzi fossili che contengono. Ora sanno tutti che il deposito di Aix è considerato dai geologi Francesi, e segnatamente da E. de Beaumont e Dufrenoy, come un terreno terziario medio: il Coquand invece lo riconosce come parallelo allo gesso di Montmartre presso Parigi, e quindi lo fa appartenere al terreno terziario inferiore. Ei poggia le sue ragioni 1.° su la soprapposizione, avendo osservato che il deposito lacustre a ligniti e gesso di Aix è ricoverto con discordanza di stratificazione dalle molasse medie del Bordelese, 2.° sopra gli avanzi organici, perchè nel terreno di Aix e precisamente a Gargon sono stati trovati avanzi di generi spenti di mammiferi, cioè di *anaploteri* e di *paleoteri*, che il Blainville ha riconosciuti identici alle spezie racchiuse nel gesso di Montmartre; ed inoltre vi sono stati raccolti esemplari di palme (*palmacites Lamanonis*) simili a quelle racchiuse nello gesso di sopra citato. È osservabile che dal deposito di Monte Bamboli in Toscana sono stati ritratti denti di antracoteri, esemplari di palme, alcune delle quali simili alla *palmacites Lamanonis*, ed ossa di tartarughe, i quali fossili sono al tutto identici a quelli raccolti nel terreno di Aix. Per queste ragioni dunque il Coquand considera i terreni ter-

ziari d'Italia che abbiamo ora esaminati, al pari di quelli di Aix, come sincroni allo gesso di Montmartre, ovvero spettanti alla parte superiore del terreno eocene (1).

In queste osservazioni del nostro collega sono da distinguere due cose, cioè la identità del terreno terziario ofiolitico di Toscana e del resto d'Italia con quello di Aix in Provenza, e la sua opinione che questi terreni appartengano al periodo *eocene*, e non già al miocene, secondo che si crede universalmente in Italia. Quanto alla prima parte io non credo possa esservi alcun dubbio, ed il sig. Coquand mal si appone allorchè afferma che io ho combattuto il ravvicinamento da lui fatto (2); al contrario io sono pienamente persuaso della identità del terreno di Aix con quello di Maremma. Le mie difficoltà sono rispetto alla seconda parte, e nel Congresso di Lucca feci osservare che la sua opinione era combattuta dall'analogia che i terreni terziari ofiolitici di Toscana hanno con quelli di Superga e di Tortona, i quali sono intermedi tra la formazione terziaria inferiore del Vicentino, e la superiore subappennina; ciò che non vuol dire, *che io ho desunto i miei argomenti piuttosto dall'opinione degli altri che dalla natura dei fatti*. Ed ora soggiungo che il sig. Coquand non ha meglio avvalorata la sua opinione in tutto quello ha scritto di recente sui terreni terziari della Toscana (3); poichè, per tacermi d'altro, dev'egli provare in tal quistione che la molassa di S. Dalmazio a banchi di *ostriche* con *pecten laticostatus* (4), la quale si considera come ter-

(1) Ved. *Bull. de la Soc. Géol. de France*, tom. X. p. 77, e tom. I. della seconda serie p. 121. Vedi ancora gli *Atti del Congresso di Lucca*.

(2) *Bull.* su citato, tom. I. della sec. ser. p. 435.

(3) *Bull.* su citato.

(4) Questo fossile occorre frequentemente in Italia ne' depositi subappennini, dove è stato citato dal Brocchi col nome di *ostrea latissima*. Io l'ho trovato nelle sabbie di Gerace in Calabria; e nel Museo di Pisa ce ne ha di belli individui che vengono dalle formazioni subappennine del Senese,

ziaria media, e che ha servito a lui come di orizzonte geognostico per distinguere le argille inferiori mioceniche dalle superiori subappennine, sia di età diversa dalla molassa di Volterra, la quale fa cappello alle argille evidentemente subappennine, ed è identica del tutto alla stessa roccia che nella medesima forma occorre a Pomarance, a S. Dalmazio ed in molti altri luoghi del Volterrano.

Chiuderò queste notizie sopra il terreno terziario miocene d'Italia facendo notare che quasi da per tutto ov'è stato riconosciuto, presenta i caratteri di un deposito misto, cioè di acqua dolce e marina. Perocchè contiene conchiglie lacustri, pesci di acqua dolce, e avanzi di vegetabili terrestri, mescolati con conchiglie marine, come ostriche, pettini, terebratule, coni ec. Il quale fatto associato all'altro della gran quantità di combustibile fossile che suol contenere, parmi indicare essere stato questo terreno prodotto nel seno di braccia di mare e di golfi attorniati da terre, e contenenti isole basse ricoperte di torbiere; mostrando in ciò una origine presso a poco simile a quella dei terreni litantraciferi.

### d) *Depositi eocenici.*

I terreni terziari d'Italia si mostrano meno estesi, a misura che da' più recenti si passa ai più antichi. Abbiamo veduto i depositi subappennini prendere gran parte della superficie della nostra Penisola. I terreni miocenici formano depositi circoscritti che sono sparsi di tratto in tratto in particolari e piccoli bacini. Finalmente i terreni terziari inferiori non compariscono che in un sol luogo della nostra penisola, cioè nel Vicentino: almeno

e dell'Isola Pianosa. Questa nota era già scritta, allorquando ho veduto la medesima osservazione che ne forma il soggetto, essere presentata dal sig. Collegno (*Bull. de la Soc. Géol. de France,* tom. II. della sec. ser. p. 58).

non abbiamo finora conoscenza precisa di altro deposito eocene che vi sia stato osservato. Egli è vero che alcuni geologi hanno riferito ai terreni del Vicentino quelli di Val di Noto in Sicilia (1); ma questa identità è stata desunta piuttosto da ragioni mineralogiche che paleontologiche: le rocce di Val di Noto rassomigliano bene a quelle del Vicentino per le loro alternanze coi basalti; ma ne differiscono quanto agli avanzi organici; e si è veduto di sopra che l'Hoffmann considera i terreni di Val di Noto come sincroni ai depositi pliocenici recenti di quell'isola. Tornando adunque ai depositi del Vicentino, ricordiamo questo fatto curioso, che essi sono l'unico deposito eocene che occorre in Italia. Se pure in questo posto continueranno a rimanere, poichè già alcuni geologi illustri cominciano ad avere qualche dubbio sulla loro età, la quale vogliono far discendere a quella della creta; e nel recente catalogo di pesci fossili compilato dall'Agassiz, si veggono quelli del Bolca collocati in una rubrica particolare al termine dei pesci fossili cretacei (2). Il quale esempio è stato imitato dal Goeppert per rispetto alle piante fossili di quella regione (3). Ma questa opinione non sembra accordarsi bene col gran numero di conchiglie terziarie che hanno stanza in quel deposito, ed ancor meno con le impronte di piante dicotiledoni (genzianee) che vi sono state osservate. Sul quale argomento conviene attendere ulteriori dilucidazioni dai geologi dell'Alta Italia.

## §. IV. TERRENI SECONDARI.

Il giogo principale dell'Appennino è composto in massima parte di rocce secondarie, le quali variano di luogo in luogo e

(1) Boué, *Guide du Géol. voyag.* tom. II. chap. III. §. 1.

(2) *Tableau général des poissons fossiles rangées par terrains.*

(3) *Exposé sommaire du nombre des espèces de plantes fossiles* (Comptes rend. de l'Acad. des Sc. de Paris, tom. XX. num. 12).

mostrano di essere state prodotte in età diverse. Ma siccome i caratteri che ci guidano a riconoscere queste differenze di periodo sono sovente assai intrigati, così lasciano ancora molte dubbiezze da chiarire; ed in verità la cronologia delle rocce secondarie appennine è uno dei punti più oscuri della geologia italiana. Per recare un po' di lume in tali dubbiezze giova innanzi tutto premettere alcune proposizioni generali.

L'Appennino, a quel modo che è una ramificazione delle Alpi, così ancora presenta una struttura al tutto identica a quella giogaia. Io non ho avuto già occasione di studiare le Alpi, se non in qualche piccolo punto; ma le descrizioni che ne abbiamo dai nostri egregi colleghi del Piemonte, della Lombardia e dello Stato Veneto mettono in piena evidenza questo fatto. E non pure nella gronda meridionale, ma nella settentrionale ancora la struttura delle Alpi è identica a quella dell'Appennino, secondo che ne rendono fede i lavori pubblicati dai dotti geologi Svizzeri. Avendo mostrato al sig. Studer diversi spaccati geologici dell'Appennino napolitano, ei riconobbe in piccolo tutta la ossatura delle Alpi. Ora volendo noi esprimere in brevi termini e generali la geologia secondaria alpino-appenninica, possiamo dire ch' ella è rappresentata da una gran massa calcarea qua e là ricoperta di macigno e soprastante a vasti depositi, i quali nella maggior parte dei luoghi si veggono più o meno modificati, e solo in alcuni punti presentano ancora i loro caratteri di sedimento interi. Posto ciò come vero, se nessuna speranza ci è di chiarire le diverse serie componenti questi depositi, bisogna fondarla nella comparazione continua delle due giogaie, prendendo come punti di paragone, o come orizzonti geognostici, alcuni termini delle serie bene stabiliti; a questo modo noi potremo conoscere l'età di que' depositi che sono dubbiosi per modificazioni sofferte, confrontandogli cioè con quelli che sono rimasti per avventura inalterati. Mi si conceda in questa scrittura di fare per sommi capi tale confronto.

De' terreni secondari appenninici due sono bene conosciuti, cioè il terreno *cretaceo* ed il *giura-liassico*: gli altri a quest'ultimo sottoposti non ancora sono stati bene definiti. Veggiamo adunque, cogli aiuti che ne porge la scienza, quali distinzioni possiamo in tutti questi terreni riconoscere.

### a) *Terreno cretaceo.*

Il terreno cretaceo è senza nessun dubbio il più abbondante deposito ond' è composto l' asse dell'Appennino; e può eziandio stare che sia il deposito più esteso di tutta la Penisola: la qual cosa si potrà meglio giudicare quando sarà terminata la gran Carta geologica Italiana. Esaminiamo quali divisioni si possono segnare in questo terreno in Italia, e sopra quali caratteri sono poggiate; e per ciò fare convenientemente procuriamo prima di desumerle dalle loro apparenze nella Penisola, e poi passiamo a confrontarle con quelle osservate nel resto di Europa.

Il terreno cretaceo Italiano si può primamente dividere in due piani, il *superiore* e l'*inferiore*. Il primo composto del *macigno*, il secondo di un calcare, il quale perchè è distinto principalmente dalle ippuriti, io dimanderò *ippuritico*.

La formazione del macigno Toscano è tanto conosciuta che non mi tratterrò lungamente ad esaminarla per rispetto ai suoi caratteri. Ricorderò soltanto che essa è composta di due specie di rocce, cioè di un calcare marnoso dimandato comunemente *alberese* in Toscana, il quale alterna con scisti, e dell'arenaria *macigno*. La posizione relativa di queste due rocce non è sempre costante. Il Marchese Pareto assicura che nella Liguria l'alberese è sempre soprapposto al macigno: in Toscana a me è sembrato vedere la stessa cosa; ma in verità in parecchi luoghi si veggono le due rocce alternare e mescolarsi insieme. Non è intanto da preterire che in certe parti d'Italia, come nel Bolognese, questo terreno è composto di argille per lo più scure, untuose e com-

patte, le quali dal Prof. Biancone, che le ha accuratamente descritte, sono state chiamate *scagliose*, per distinguerle dalle argille subappennine, con le quali si potrebbero confondere allorchè con esse si trovano in contatto (1). I fossili che contrassegnano il macigno appartengono principalmente al regno vegetabile; e sono i fucoidi, de' quali il *f. intricatus*, *furcatus* e *Targioni* sono le specie più abbondanti. Sul proposito degli avanzi vegetabili del macigno, debbo quì far menzione di un bello esemplare di *calamites* da me trovato nel macigno dell'appennino di Firenze, nel *passo della Futa*, lungo la strada che da quella città conduce a Bologna. Ed ancora il mio egregio collega Pietro Savi mi ha fatto vedere alcuni avanzi vegetabili da lui trovati nel macigno di Pupiglio nel Pistoiese, i quali gli davano sospetto di forme prossime alle calamiti. Ma il mio saggio, che presenta due articolazioni distinte, e le coste de' due internodi alternanti, non lascia nessun dubbio circa la identità della sua forma con quella delle calamiti. Ora noi sappiamo che questa famiglia di piante, abbondante principalmente nel terreno litantracifero, è rappresentata da poche specie nell' arenaria rossa e nell'arenaria screziata, e credeasi che superiormente a quest' ultimo terreno cessasse al tutto di comparire. La scoperta di tali piante nel macigno dimostra ch' esse hanno continuato a vivere infino al periodo di questo terreno. Quanto alle specie animali elle vi sono rarissime. Accade alcune volte di vedere nell'alberese certe impressioni che sono state giudicate prodotte da *meandrine*; ma ciò è molto incerto, perchè non si sono mai incontrati di questi zoofiti nel terreno che discorriamo: forse saranno anch'esse impressioni di piante marine. Vi occorrono invece, comecchè ancora poco abbondanti, le nummuliti, le quali si vedono a Musciano nelle vicinanze di Firenze, a Loppora, Selvena, Decimo, Pereta in Maremma; ed io le ho trovate ancora

(1) *Storia naturale dei terreni ardenti*, §. 85 e segg.

nelle marne a fucoidi di Alberona nella Daunia. Vuolsi ancora mentovare un altro fossile importantissimo trovato nel macigno fiorentino, cioè un frammento di grande politalamico, che sembra appartenere ad un *hamites*: questo prezioso organico avanzo fu trovato dal Micheli nella *pietra forte* che ritraesi dalle petraie di S. Francesco di Paola presso Firenze (1), e conservavasi nella collezione del Targioni a Firenze, dove fu veduto dal Brocchi (2), dal Nesti, e dal Prof. Savi: quest'ultimo ne prese un modello in gesso, il quale si conserva nel Museo mineralogico della Università di Pisa: ed è veramente dispiacevole che ne' cangiamenti ai quali è andata incontro quella collezione, l'esemplare del quale parliamo siasi perduto. Inoltre il sig. Pentland assicura di aver trovato un'ammonite nella *pietra forte* onde sono selciate le strade di Firenze: ed un fossile simile fu rinvenuto ancora dal Marchese Pareto nel macigno de' contorni di Genova (3): di che giova tener conto per la rarità degli avanzi animali nel deposito onde parliamo. Il Dott. Santagata di Bologna ha inoltre descritto e figurato l'*apiocrinites ellipticus*, Miller, da lui trovato con altri fossili non definiti in alcuni macigni friabili o molasse dell'appennino Bolognese (4). Questo crinoide è assai notevole per ciò che occorre nella creta bianca del settentrione, e noi avremo occasione di tornare appresso sul suo proposito.

Si trovano finalmente nella formazione del macigno depositi carbonosi: tali sono le stipiti trovate a Pupiglio nel Pistojese dal Savi, e nella valle del Taro nella Lunigiana dal Zuccagni Orlandini: ma tali depositi sono poco abbondanti: essi sono accompagnati da avanzi di piante poco riconoscibili.

Dirò ora brevemente della giacitura di questa formazione in Italia. Nella Carta di Sicilia pubblicata dall'Hoffmann ella parmi

(1) Ferber, *Lettres sur l'Italie*, XIX lettre.
(2) *Conch. foss. subap.* t. I. p. 17.
(3) *Diario del Congresso di Milano*, N.° 4.
(4) *Annali delle Scienze Naturali di Bologna, tom. I.*

rappresentata dall'*arenaria degli appennini a fucoidi*, dai *conglomerati* a questa subordinati, e dall'*argilla plastica* e *scistosa*. Ne' domini Napolitani di quà dal Faro il terreno del macigno è molto raro: io non l'ho osservato bene distinto che ne' monti di Bovino in Capitanata, dove è formato di calcare marnoso, di marne e di argille scagliose piene di fucoidi al tutto simili a quei del macigno Toscano, e contengono ancora rare nummuliti, alle quali rocce sono subordinati strati numerosi di ferro carbonato argillifero. Non saprei indicare i luoghi dello Stato Romano dove trovasi il terreno del macigno, eccezion fatta dell'appennino Bolognese, dove esso fa continuazione con quello di Firenze. Il macigno della Toscana, del Modenese e della Liguria è tanto classico, che basta solo nominarlo in questo luogo. E' si trova ancora, ed assai bene distinto, a piè delle Alpi di Lombardia, dove fu esaminato dalla Sezione di Geologia del Congresso Milanese in due luoghi, nella valle dell'Adda presso Paderno e vicino a Gavirate. Nel primo dei quali luoghi è composto di una serie di strati calcarei grigi e rossi che tengono interposti strati di una brecciola nummulitica al tutto simile a quella di Musciano presso Firenze. Più importante è poi la formazione di Gavirate, la quale contiene non pure un gran numero di fucoidi simili a quelli del macigno fiorentino, ma eziandio altre specie, le quali attendono di essere chiarite da qualche abile algologo.

Passiamo ora al terreno cretaceo inferiore, il quale è molto più intrigato in Italia, ed ha mestieri ancora di essere bene chiarito. Può esso dividersi in due gruppi principali, cioè calcare *nummulitico*, o *superiore*, e calcare *neocomiano* o *inferiore*: queste due rocce, avvegnachè si ligassero insieme, e l'una all'altra insensibilmente passassero, non però di meno si lasciano distinguere per buoni caratteri in tutta la Penisola. Esaminiamo i principali luoghi di questa, dove accade meglio di riconoscerle.

Hoffmann, Prevost e Gemmellaro citano in Sicilia un calcare bianco soventi cavernoso e alcune marne bianche, le quali rac-

chiudono rognoni e strati di selce, di diaspri e di agate, e contengono *nummuliti, ippuriti, terebratule, ostrea vesicularis, spatanghi* ed ancora alcuni frammenti di *ammoniti*. Questa formazione si estende, quantunque interrottamente, dal Monte Erici vicino Trapani infino al Capo-Passero. Quì cade di mentovare una quistione di qualche importanza. In quale formazione si trovano i ricchi depositi di zolfo di Sicilia? Gemmellaro è di opinione che essi abbiano stanza nei terreni terziari (1). Alla quale opinione si accordano Daubeny, Paillette, e Pinteville. Constant Prevost afferma che si trovano in un terreno intermedio tra il cretaceo ed il terziario. L'Hoffmann vedeva nelle vicinanze di Girgenti l'argilla azzurra passare ad argille scistose con istrati subordinati di calcare a nummuliti ed ippuriti, ed a queste ultime rocce tenere i depositi di zolfo, i quali perciò riponeva nell'arenaria verde degli Appennini (2). Finalmente il Maravigna ricisamente gli colloca in quest'ultima formazione. Noi avremo occasione di ritornare appresso su tale questione (ved. §. 6).

Il medesimo calcare cretaceo comparisce cogli stessi caratteri in alcuni luoghi del regno di Napoli, nella estremità orientale del Gargano, a Matinata, Rodi, nelle isole di Tremiti, ne' quali luoghi contiene grandi nummuliti ed ippuriti: si mostra ancora coi medesimi fossili nelle falde occidentali del Monte Majella negli Abruzzi, ed in alcune montagne staccate che traversano il terreno terziario medio (Monte Iuannella nel 1.° Abruzzo), ed il terreno subappennino (Olivella di Pacca vicino Benevento). Questo calcare spesse volte è bianco sporcante: contiene strati e rognoni di selce, e rassomiglia perciò moltissimo alla creta. La formazione nummulitica, onde parliamo, manca del tutto in Toscana. E conviene risalire al cominciamento dell'Appennino per ritrovarla. Infatti è stata osservata dal Marchese

(1) *Elementi di Geologia* §. 199.
(2) Ved. *Bull. de la Societé Géol. de France*, tom. III. p. 177 e 178.

Pareto e dal Sismonda nel Contado di Nizza, dove, movendo dal Capo della Mortola si seguita fino al Colle di Tenda ed alle alte montagne che gli sono vicine a levante, e quindi si liga e continua col calcare nummulitico delle Basse ed Alte Alpi. È stato ancora questo calcare distinto nel gran deposito della scaglia delle Alpi Venete: poichè il Pasini ed il Prof. Catullo lo citano nella scaglia di Fenez e nei monti al mezzogiorno di Belluno.

Questo calcare è stato spesso confuso col macigno, a cagione delle nummuliti che sono comuni all'uno ed all'altro terreno, quantunque nel primo sieno abbondanti e nel secondo rarissime. Nessuno almeno finora ha cercato di far conoscere le *differenze precise* che ci ha tra il calcare nummulitico veramente cretaceo, ed il macigno. Di quì sono dirivate le idee che comunemente corrono circa l'età cretacea del macigno, sulle quali avrò motivo di discorrere un po' distesamente appresso.

Il terreno neocomiano comparisce con tutt'i suoi caratteri bene distinti nel regno di Napoli e di Sicilia, e dà origine a grandi masse calcaree, le quali formano la più gran parte dell'appennino di quel paese. Innanzi mi fosse riuscito di trovare un gran numero di fossili nell'anzidetto calcare, credeasi che questi vi mancassero interamente (1), e però riusciva dubbiosa la sua età, e generalmente si considerava come un calcare giurassico. Ma di poi che è stata fatta la distinzione del terreno neocomiano, e de' suoi fossili distintivi, ho potuto conoscere che i corpi organici da me trovati nel calcare appenninico napoletano appartengono manifestamente a questo terreno. I miei egregi amici March. Pareto e Coquand avendo esaminata una collezione di rocce e di fossili, la quale ho ritratta da que' paesi, e che ora conservasi nel Museo di Pisa, hanno creduto del tutto di vedere il calcare ed i fossili neocomiani di Provenza, de' quali hanno precisa conoscenza. È il calcare di che parliamo, compatto,

(1) Ved. Brocchi, *Conch. foss. subapp.*

bianchiccio, ovvero grigio, a frattura eguale, e per lo più scagliosa, e non contiene mai subordinate rocce di altra natura, eccetto in qualche luogo letti di selce; spesso poi tramutasi in una vera dolomite. I fossili che io vi ho trovati sono i seguenti.

*Ippuriti* e *sferuliti*. Specie numerose, ma poco acconce ad esser definite, a causa del loro impastamento nella roccia.

*Caprotina* (*Chama*) *ammonia*. Monte Casino (1).

*Terebratula pisum*. Majella.

*Pleurotomaria neocomiensis*. D'Orb. — Monti di Venafro in Terra di Lavoro.

*Pleurotomaria gaultina?* D'Orb. — Gargano.

*Phasianella neocomiensis*. D'Orb. — Monti di Vitulano in Terra di Lavoro, dove questa specie forma una lumachella.

*Acteon marginata*. D'Orb. — Monte Casino.

Altre specie di *acteon* indeterminate.

*Acteonelle?* Matese, Majella.

*Nerinea Renhauxiana*. D'Orb. — Monte Casino.

*Nerinea Requieniana?* D'Orb. — Idem.

*Nerinea lobata*. D'Orb. — Idem.

*Nerinea subæqualis*. D'Orb. — Gargano.

Altre specie di *nerinee* indeterminate.

Ognuno può vedere che questi fossili sono molto identici a quelli che si trovano nel terreno neocomiano superiore di Provenza, i quali descritti e figurati si veggono nella *Paleontologia francese* del D'Orbigny, art. *Terreni Cretacei*; ed accompagnano la *prima zona delle rudisti* dell'anzidetto autore. Ciò che merita di essere notato per alcune ragioni che appresso diremo. Il calcare neocomiano forma quasi tutti gli alti monti calcarei degli

(1) Se mal non mi ricordo, si ravvisano le forme ed i contorni di questo fossile eziandio nei bei marmi colorati del Monte Gargano, i quali adoperati si veggono nella magnifica scala della Reggia di Caserta, e furono ritratti dalla porzione occidentale di quel monte, che rimane inferiore e distinta dal calcare bianco nummulitico orientale.

Abruzzi e di Terra di Lavoro, che è la più alta regione montuosa dell'Appennino; basta dire che il Gran Sasso, la Majella, il Velino, le Mainardi, il Matese, che vanno noverati fra' più alti gioghi d'Italia, sono di questo calcare in gran parte composti. Il quale continua, sebbene interrottamente, nelle provincie di Avellino, di Salerno e Basilicata, e forse forma ancora le masse calcaree che sono sovrapposte alle rocce cristalline di Calabria. Io riferisco ancora a questo terreno il calcare delle Madonie e dei monti circostanti a Palermo, i quali fanno parte della giogaia settentrionale di Sicilia: avvegnachè non gli avessi molto studiati, pure la roccia onde sono composti è al tutto simile a quella dei monti Napolitani, ed i fossili indicati dall' Hoffmann sono ancora gli stessi (1).

Il calcare neocomiano deve continuare nello Stato Romano, almeno nella sua parte che confina colla Terra di Lavoro e cogli Abruzzi. I monti della Sabina debbono essere in gran parte composti di esso; ma io non saprei indicare con precisione i suoi limiti.

Siccome manca il calcare nummulitico in Toscana, così non vi comparisce ancora il terreno neocomiano. Il quale si torna a trovare in sù nei contorni di Nizza e nelle Alpi marittime, dove è stato riconosciuto e studiato dal Marchese Pareto (2) e dal Prof. Sismonda (3). E quivi ancora si connette e prolunga col terreno neocomiano di Provenza. Nelle Alpi di Lombardia esso è forse

(1) Nella Carta di Sicilia di questo celebre geologo trovo il calcare di Palermo (N.° 9) segnato dopo l'arenaria degli Appennini a fucoidi (N. 7 e 8): ciò che farebbe credere la prima roccia più recente della seconda. Io non conosco il testo che accompagna detta carta; ma se le relazioni delle due rocce vi sono così indicate, non mi sembrano giuste, perchè il calcare delle Madonie, che io reputo neocomiano, è più antico dell'arenaria a fucoidi degli Appennini.

(2) *Atti del Congresso di Lucca.*

(3) *Osservazioni geologiche sulle Alpi marittime, e sugli Appennini Liguri.*

rappresentato dalle rocce inferiori alle puddinghe ad *ippuriti* ed *acteonelle* del Sirone (1). Finalmente il medesimo terreno forma grandi depositi nelle Alpi Venete, secondo le osservazioni del Prof. Catullo, e secondo alcuni fossili che si veggono figurati nella *Zoologia fossile* di questo autore.

Sul proposito del terreno neocomiano che si discorre, sono da mentovare quì alcune recenti osservazioni del sig. Fitton, colle quali questo distinto geologo, che ha fatto speciale studio dei terreni cretacei, ha preso a dimostrare che il terreno neocomiano non è già l'equivalente del terreno *wealdiano* inglese, secondochè era stato creduto finora, ma sì dell'arenaria verde inferiore (*lower greensand*); e siccome quest'ultimo deposito è superiore al terreno wealdiano, e quindi di una età più recente, perciò ancora il terreno neocomiano vuolsi considerare più recente del wealdiano, ciò che si accorda eziandio bene colla loro diversità di origine, l'uno essendo marino, l'altro di acqua dolce. Il sig. Fitton è stato mosso a fare questo nuovo ravvicinamento del terreno neocomiano comparando i suoi fossili con quelli dell'arenaria verde inferiore, e veggendo la loro grande analogia, ed altresì combinando questo risultamento colle soprapposizioni osservate nell'isola di Wight, e sulla costa di Kent (2). Le ragioni che adduce il sig. Fitton, avvalorate ancora dall'autorità del sig. Alcide d'Orbigny, sembrano dare gran peso alla sua opinione, la quale forse sarà abbracciata dall'universale dei geologi. E piacemi citare un altro fatto in appoggio di essa. Nel Congresso di Lucca il sig. Coquand fece vedere che il terreno cretaceo di Provenza è rappresentato di basso in alto 1.° dal terreno neocomiano a *spatangus retusus*, *chama ammonia*, alcune

(1) Collegno, *Mém. sur les terrains stratifiés des Alpes Lombardes.* (Bull. de la Soc. Géol. de France, tom. 1. della seconda serie, p. 199). Villa, *Sulla costituzione geologica della Brianza.*

(2) *Observations sur le lower greensand de l'île de Wight* (Bull. de la G.Socéol. de France, tom. I. della sec. serie, p. 138).

ippuriti ec.; 2.° dal *gault* con fossili distinti; 3.° dall'arenaria verde superiore con immenso numero d'*ippuriti*, con *nummuliti*, *ammonites rhotomagensis* ec. (1). Ora ognun vede che in quel paese il terreno neocomiano tiene appunto il posto dell'arenaria verde inferiore. Questi fatti ed altri che appresso vedremo daranno gran lume per chiarire il terreno cretaceo d'Italia.

Noi abbiamo descritto il terreno del macigno Italiano come superiore al calcare nummulitico-ippuritico. Ma giova fermar bene questo punto innanzi di passare ad alcune altre deduzioni che appresso saranno esposte. Si vede mai in nessun luogo d'Italia la sovrapposizione detta dinanzi? In verità io non l'ho direttamente osservata nè nel regno di Napoli (2) nè in Toscana; e ciò è cosa ben naturale, perchè nel primo dei citati paesi il macigno è rarissimo, laddove il calcare nummulitico-ippuritico è molto abbondante; il contrario accade in Toscana, dove il macigno è assai esteso, e l'altro terreno vi manca del tutto: perciò difficile, se non impossibile cosa è il vedere in quei luoghi il contatto immediato de' due terreni. Il quale pertanto sembra essere stato osservato nell'Appennino della Liguria occidentale, dove le due rocce si mostrano ugualmente in grandi masse. Infatti il Marchese Pareto ci fa sapere che verso Alassio ed Albenga si vede una larga zona di macigno sopra il calcare nummulitico da una parte, e sul calcare giurassico dall'altra (3). Ed altrove soggiunge che presso Mortola si veggono banchi di calcare con grandi nummuliti, i quali sono sottoposti a grossi strati di

(1) *Atti del Congresso di Lucca.*

(2) Forse sarà possibile di vederla nelle montagne di Alberona in Capitanata, dove, a quello mi ricorda, ci ha un contatto del terreno del macigno colla creta a selce simile a quella di Rodi nel Gargano. Ma quando visitava quei luoghi non avevo presente al pensiero la quistione che qui si discorre.

(3) *Atti del Congresso di Torino,* pag. 109.

macigno, e questi sono coronati da calcare a fucoidi (1). La medesima sovrapposizione è stata osservata dal Sismonda vicino al Lago di Lauzanier nelle Alpi Piemontesi (2). In oltre è da aggiungere che il macigno è al tutto indipendente dal calcare nummulitico-ippuritico. Io non conosco nessun luogo dove sia stato osservato un passaggio dell' uno all' altro. In Italia veggiamo il macigno sovrapposto, ora al terreno giurassico (Toscana), ora al calcare nummulitico (Liguria), ma sempre con linea di separazione distinta, ciò che è il carattere principale della indipendenza di una formazione (3).

Dopo aver fatto conoscere le forme del terreno cretaceo in Italia, e le sue differenze, giova compararlo con quello di Francia e d'Inghilterra, ovvero conviene confrontare la zona cretacea mediterranea con quella del N. O. di Europa.

Alcuni geologi hanno considerato il macigno ed il calcare nummulitico come formazioni parallele, o contemporanee; e poichè quest'ultima roccia, secondo che appresso vedremo, si fa appartenere al piano dell'arenaria verde superiore, così al piano medesimo riferiscono ancora il macigno. Altri invece accostandosi più alla verità ripongono il macigno sopra il calcare nummulitico e quindi lo fanno appartenere alla creta superiore. Prendendo come orizzonte la creta bianca si vede bene che, secondo la prima opinione, il macigno è inferiore alla creta anzidetta, e secondo l'altra sarebbe almeno ad esso parallelo. Ora io mi av-

(1) *Atti del Congresso di Lucca*, pag. 241.

(2) *Memoria sui terreni stratificati delle Alpi*.

(3) Non mi è riuscito di leggere il lavoro dello Studer sul terreno cretaceo delle Alpi Svizzere. Ma trovo che questo illustre geologo vi distingue sei sistemi successivi, i quali sono andando d'alto in basso 1.° il *flisch* (macigno alpino) 2.° *un' arenaria e calcare a nummuliti;* 3.° *calcare di Sewen;* 4.° *calcare a ippuriti;* 5.° *strati a inocerami;* 6.° *calcare e scisti neri a spatanghi*. Secondo questa divisione il macigno alpino sarebbe ancora superiore al calcare a nummuliti come nella Liguria; e forse ancora è da questo bene distinto.

viso che tanto l'uno quanto l'altro pensamento sono soggetti a molte incertezze, e tengo che il vero posto del macigno non è stato ancora ben definito. Alcune ragioni, forse di non lieve momento, mi fanno credere che questo deposito è superiore alla creta bianca, e quindi che esso dev' essere da questa distinto. Ed ecco le ragioni di che intendo parlare.

1. Allorchè il Lyell ha voluto dimostrare la connessione della creta del settentrione e del mezzogiorno di Europa, ha scelto alcuni luoghi della Francia meridionale e de' Pirenei, dove questa connessione si vede. Così per esempio a Tercis vicino Dax le rocce cretacee conservano la forma della creta bianca, ed il Grateloup vi ha trovata l'*ananchites ovata*, e diversi altri fossili della creta d'Inghilterra mescolati con ippuriti, e quando si arriva a Baionna ed a' Pirenei, la formazione cretacea presentando ancora alcuni stessi accidenti mineralogici, vedesi a mano a mano patir cangiamenti e riempirsi di nummuliti (1). E quì è da notare che le nummuliti di Peyrehorade ne' Pirenei figurate dal Lyell sono al tutto simili a quelle che ho trovato in una vera creta bianca nel Gargano mescolate colle ippuriti, e sono perciò al tutto diverse dalle nummuliti del macigno. Vuolsi notare infine che l'Ehremberg ha trovato nella creta a nummuliti di Tebe nel Cairo, del Monte Sinai ed in molte altre rocce simili del mediterraneo i medesimi infusori microscopici che ha scoverti nella creta bianca settentrionale di Meudon, di Rugen e di altre parti (2), i quali animaletti non sono stati osservati, almeno finora, nel macigno. Adunque se il calcare nummulitico del mezzo-

(1) Lyell. *Nouveaux élements de Géologie:* ch. XV. Conosco bene che nella gran Carta Geologica della Francia, eseguita da E. de Beaumont e Dufrenoy, i luoghi detti di sopra sono indicati con tinta verde, la quale dinota i terreni cretacei inferiori alla creta bianca; ma può egli stare che predominando pure i depositi della creta inferiore, si veggano in qualche parte, come ne' luoghi citati dal Lyell, connessi con la creta bianca.

(2) *Bull. de la Soc. Géol. de France,* tom. XIV. pag. 555.

giorno è presso a poco sincrono, o almeno si liga colla creta bianca settentrionale, e se contiene alcuni fossili della stessa natura che occorrono in questa, ne seguita naturalmente che il macigno, il quale abbiamo veduto sovrapposto al calcare nummulitico, è superiore ancora alla creta bianca e da esso indipendente.

2. Nella creta tufacea (*tuffeau*) di Maestricht, che ora tutti i geologi considerano come appartenente alla creta superiore, sono state trovate con fossili della creta bianca ancora delle ippuriti. Il sig. Duchatel ha eziandio indicata una sferulite nella creta tufacea di Ciply nel Belgio (1). Ora le rudisti non incontrandosi in Italia che sempre sottoposte al macigno, si trae da ciò argomento che questa roccia è più recente della creta bianca. Nè vo' preterire un'altra osservazione che avvalora il mio ragionamento. Tra' fossili che accompagnano sovente in Italia il calcare nummulitico-ippuritico, occorrono più frequenti delle altre le *acteonelle*, e specialmente l'*acteonella gigantea*: i quali fossili, secondo il D'Orbigny, hanno lor sede principale nella creta cloritica; e siccome il macigno non contiene mai questo fossile, ed è costantemente superiore alle rocce che contengono ippuriti ed acteonelle, si deduce da ciò che è posteriore alla creta cloritica. Potrebbe in verità, secondo questa indicazione, essere parallelo alla creta bianca superiore alla cloritica; ma per i motivi che abbiamo recati dinanzi, e per altri che appresso saranno additati, si vuole considerarlo distinto da questa.

3. A questi argomenti aggiungiamo che il sig. Leymerie ha presentato non è guari all'Accademia delle Scienze di Parigi un lavoro, nel quale togliendo ad illustrare il terreno cretaceo di Corbières, ed in generale di tutto il mezzogiorno della Francia, ei distingue il terreno cretaceo a nummuliti dal terreno cretaceo a rudisti, il primo superiore, il secondo inferiore. In alcuni

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France*, tom. XIV. pag. 555.

luoghi, come a Corbières, il terreno a nummuliti contiene una mescolanza di fossili appartenenti alla creta, ed al calcare grossière di Parigi, ciò che ha dato materia a controversie fra' geologi ed i paleontologi. Il sig. Leymerie, che per giuste ragioni lo ritiene cretaceo, lo ha dimandato *epicretaceo*, a motivo della sua posizione per rispetto al calcare a rudisti. Nondimeno afferma che ne' punti, ove i due sistemi si trovano riuniti, *vedesi tra gli strati dell'uno e quelli dell'altro non solo una concordanza perfetta, ma altresì una somiglianza mineralogica notevole, ed anche una specie di congiunzione verso la superficie di contatto*; e soggiunge ancora che, quantunque le nummuliti e le rudisti non si mescolino insieme negli strati medesimi, pure nel contatto delle due formazioni questa mescolanza si osserva in qualche luogo (1). Tutt'i quali fatti si accordano benissimo con quanto io ho osservato nel calcare *cretaceo* napolitano, salvo la mescolanza di fossili terziari e cretacei mentovata dal Leymerie (2). Ora egli è indubitato che il terreno nummulitico, del quale parla il prelodato geologo, non è quello del macigno, ma sì vero l'altro ligato al calcare a rudisti del quale forma la parte superiore. E siccome abbiamo veduto essere il macigno sovrapposto al calcare nummulitico *epicretaceo*, ne seguita che quel deposito è a questo posteriore, e quindi non fa parte del terreno della creta.

4. Finalmente come ultima pruova, ed a mio credere convincentissima, di quanto si afferma, piacemi citare il seguente fatto osservato dal Prof. Sismonda presso il *Lago di Lauzanier*;

(1) *Mém. sur le terrain à nummulites (epicrétacé) de Corbières et de la Montagne Noire* (Compt. rendus de l'Ac. des sc. de Paris tom. XIX. 12 août 1844).

(2) Nondimeno ho il sospetto che questa mescolanza ci possa essere nel Monte Gargano, e specialmente nelle così dette *tofare* di S. Leonardo, dove coi fossili terziari che sono i più numerosi ho veduto mescolate alcune dicerati non dubbie.

del quale luogo abbiamo avuto occasione di fare innanzi menzione. Quivi il calcare a fucoidi ricuopre alcuni strati di calcare bigio argilloso, ricco di zoofiti, sul quale a quando a quando succedono strati di calcare arenoso racchiudenti varie spezie di conchiglie dei generi *cerithium*, *ampullaria*, *cytherea*, *cassis* ec.: il prelodato geologo considera questi strati appartenenti al terreno nummulitico, e fa vedere che sono identici a quelli contenenti i medesimi fossili nella Montagna des Diablerets e nella roccia di Fizs nella Svizzera (1). Ora ognun vede che tutti questi depositi convengono con quello di Corbières per la mescolanza di fossili cretacei e terziari, e tutti si possono considerare come spettanti al terreno nummulitico: e poichè nel *Lago di Lauzanier* vedesi direttamente la sovrapposizione del calcare a fucoidi ad un calcare nummulitico *epicretaceo*, si ha una dimostrazione compiuta del posto del macigno al di sopra di tutta la creta.

Fermata così la posizione del macigno, io sono di avviso che il calcare nummulitico-ippuritico d'Italia sia il rappresentante di tutta la creta del N. O. di Europa, e che in esso si può ravvisare il piano della creta bianca e dell'arenaria verde. Di che giova quì addurre le prove.

Le parti superiori e più recenti del calcare nummulitico Italiano si presentano in alcuni luoghi con tutt' i caratteri mineralogici della creta bianca, e contengono come questa strati e rognoni di selce; ciò si vede nel calcare cretaceo meridionale di Sicilia che di sopra abbiamo citato, in quello di Rodi e Matinata nel Gargano, di *Penna a piè di Monte* nella Majella, di Montursi presso Romagnano nel Vicentino; ai quali caratteri sembrano associarsi alcuni fossili ancora che propri sono della creta bianca, come l'*ostrea vesicularis* trovata in Sicilia e nella Majella, la *podopsis truncata*, lo *spatangus cor anguinum*, l'*anan-*

(1) *Memoria sui terreni stratificati delle Alpi.*

*chites ovata* che il Prof. Catullo cita nel *biancone* del territorio de' Sette Comuni. Un esempio di maggior momento di creta superiore è quello osservato dal Prof. Sismonda nel passo di Brauss nelle Alpi Marittime, dove ha trovato strati pieni di frantumi del *belemnites mucronatus* e del *catillus Cuvieri*, fossili caratteristici della creta superiore (1); e, che importa assai al fatto nostro, ha veduto questa roccia soprastante al calcare nummulitico; egli è vero che quivi il calcare non ha l'aspetto della creta bianca; ma l'assenza di questo carattere è di ben poco peso rispetto ai fossili ed alla posizione che lo contrassegnano. In conchiusione il piano della creta bianca propriamente detta è rarissimo in Italia, e solo ravvisare si può in alcune porzioni superiori e più recenti del nostro calcare nummulitico-ippuritico.

Vediamo ora se i tre piani dell'arenaria verde, cioè l'*arenaria superiore*, il *gault*, e l'*arenaria inferiore* si ravvisano nel calcare nummulitico-ippuritico Italiano.

Alcune porzioni di questo terreno presentano i caratteri mineralogici della glauconia, vale a dire contengono una gran quantità di grani verdi che contrassegnano questa roccia: con tali caratteri è stata osservata dal Marchese Pareto nel Contado di Nizza (2), dal Prof. Sismonda nel passo di Brauss (3), dal Pasini nei Sette Comuni (4). La glauconia del passo di Brauss essendo posta al di sotto del calcare a belemniti e catilli nominati dianzi, indica per ciò solo la sua identità all'arenaria verde superiore. Inoltre i fossili che il Pareto trovò nella glauconia del Contado di Nizza appartengono all'arenaria verde superiore, come turriliti, alcune ammoniti, e con queste una gran quantità di nummuliti. Afferma ancora il Sismonda che la glauconia del

(1) *Osservazioni geologiche sulle Alpi marittime, e sugli Appennini Liguri.*

(2) *Atti del Congresso di Torino*, pag. 109.

(3) Scrittura sopra citata.

(4) *Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto*. Anno 1852.

passo di Brauss fa parte di un calcare nummulitico che è posto sotto agli strati a *belemnites mucronatus* e *catillus Cuvieri*. Per quello riguarda il Vicentino, noi sappiamo che ci è colà un'abbondanza di nummuliti cretacee; Catullo e Pasini le hanno indicate nella scaglia di Fenez e nei monti posti al mezzogiorno del Bellunese. Inoltre d'Orbigny avendo osservate le rudiste del Vicentino raccolte dal Lucas, vi trovò l'*hippurites gigantea*, caratteristica della sua terza zona delle rudiste ch' ei ripone nella creta cloritica; ed altresì io ho ricevuto dalla gentilezza del Prof. Catullo, un'*acteonella gigantea* del Piné, il quale fossile, secondo che abbiamo veduto, è posto dal d'Orbigny nella creta cloritica, e trovasi nel bacino cretaceo mediterraneo insieme con la sua terza zona delle rudisti, e manca nel *gault*, e nel terreno neocomiano. Dai quali fatti deducesi che ne' Sette Comuni ci è indubitatamente il piano dell'arenaria verde superiore. Se a queste osservazioni aggiungiamo che l'arenaria verde superiore di Provenza è contrassegnata, secondo Coquand, da un immenso numero di nummuliti, ippuriti, *ammonites rhotomagensis* ec., noi possiamo tirare questa conseguenza di grandissimo lume nella geologia italiana, che il calcare nummulitico-cretaceo inferiore al macigno è parallelo in gran parte alla creta cloritica, ovvero all'arenaria verde superiore; dico *in gran parte*, perchè in qualche luogo potrà ligarsi ancora alla creta bianca, nel modo stesso che il calcare nummulitico di Corbières descritto dal Leymerie assume il carattere *epicretaceo*.

Il *gault* che forma un piano bene distinto nel terreno cretaceo settentrionale, non pare possa essere per buoni caratteri ravvisato nell'Appennino, e forse ancora in buona parte delle Alpi italiane.

Quanto all'arenaria verde inferiore, se si avvera l'opinione del Fitton, che questo piano sia l'equivalente del calcare neocomiano del mezzogiorno di Europa, esso non manca in Italia, avendo veduto che forma nel regno di Napoli i più alti monti

dell'Appennino; e trovasi ancora, secondo le osservazioni di Pareto e di Sismonda, nelle Alpi marittime inferiormente al calcare nummulitico, e ligasi col calcare neocomiano di Provenza (1). Il Prof. Catullo lo ha riconosciuto nel calcare ippuritico delle Alpi Venete (2).

Esaminiamo ora e confrontiamo alcuni punti dell'Italia dove le formazioni cretacee dinanzi descritte presentano accidenti degni di nota. Nel Napoletano la creta bianca (se veramente ci ha questo piano), il calcare nummulitico ed il calcare neocomiano passano insensibilmente l'uno all'altro senza nessuna linea di separazione; ciò si vede in molti luoghi, ma principalmente nel Monte Gargano nelle Puglie, dove l'estremità orientale è fatta di un calcare bianco, terroso, sporcante, che ha tutt'i caratteri della creta bianca (Rodi), poi si passa ad un calcare bianco più tegnente e celluloso con *nummuliti* e *rudisti* (Matinata, Ischitella), ed a mano a mano che si procede verso l'estremità occidentale il calcare diviene compatto, grigio-gialliccio, le ippuriti e le nummuliti spariscono, ed in lor posto si fa vedere qualche *nerinea* e la *chama ammonia*, fossili caratteristici del terreno neocomiano. Questo medesimo passaggio dei differenti piani componenti la creta settentrionale pare che sia il carattere di tutto il terreno cretaceo Italiano, dal macigno in fuora.

Importantissimo è il terreno cretaceo del passo di Brauss nelle Alpi marittime descritto dal Prof. Sismonda, come quello che presenta con caratteri ricisi geognostici e zoologici il piano della creta bianca, quello della glauconia superiore o del calcare nummulitico, e l'inferiore o neocomiano; e pare che anche quivi le tre rocce facciano l'una all'altra passaggio insensibile. Sarebbe solamente da sapere qual posizione occupa il calcare a *catilli* e *belemnites mucronatus* di quel luogo rispetto al macigno della

(1) Sismonda, Scritt. cit.
(2) Vedi la sua *Lettera al sig. Villa*.

Liguria, il quale io mi penso per le cose dette di sopra che debba essere a quello superiore.

Molto più intrigato riesce il terreno cretaceo de' colli della Brianza in Lombardia, avvegnachè diligentemente fosse stato studiato e descritto dai sigg. Collegno, Balsamo, Curioni, de' Filippi, Trotti, e dai fratelli Villa. Nel lavoro che questi ultimi hanno pubblicato circa tale terreno si trovano distinti tre gruppi di esso, i quali noi esaminiamo in ordine inverso, e secondo che sono rappresentati nella Tav. III. del citato lavoro (1). Il III gruppo è composto di psammiti con ligniti (Viganò, Capriano ec.), il quale dal Prof. Balsamo è considerato come appartenente al macigno, perchè contiene i fucoidi di questa formazione. Nel II gruppo sono indicati il calcare a catilli e nummuliti, e la puddinga a rudisti ed acteonelle (Sirone, Breno). Ora questo gruppo sembra avere bisogno di alcuni schiarimenti. Il calcare a catilli, il calcare nummulitico, e la puddinga a rudisti, fanno mai parte di una serie di strati della medesima età? I sigg. Villa così suppongono, affermando che le rocce di questo genere *trapassano pressochè ognuna in tutte e tutte in ciascuna*, onde deducono la loro contemporaneità. Ma è da osservare 1.° che tra gli strati di questo gruppo i sigg. Villa citano fucoidi appartenenti al macigno, i quali sono, dirò così, incompatibili colle rudisti e colle acteonelle; 2.° che questi ultimi fossili, secondo l'assertiva stessa de' prelodati geologi, *sono propri alle sole puddinghe*; 3.° che nelle figure si vede quasi sempre la puddinga a rudisti inferiormente al calcare a catilli. Ciò dunque fa supporre che in questo gruppo sieno riunite rocce cretacee di periodi diversi. E quanto alle nummuliti, sono elle specie del macigno, ovvero sono associate alle ippuriti ed acteonelle? Se sono specie del macigno, e perchè non riunire gli strati che le contengono a quelli del terzo gruppo? Questi dubbi mi fecero nascere il pen-

(1) Scritt. sopra cit.

siero che le nummuliti del gruppo che discorriamo sono piuttosto attenenti alle puddinghe ippuritiche che al macigno; e forse ancora gli strati a catilli saranno di una età distinta; per modo che io sarei propenso a ravvisare in questo secondo gruppo 1.° un calcare a catilli forse equivalente della creta bianca; 2.° una puddinga a nummuliti, a rudisti ed acteonelle, equivalente all'arenaria verde superiore. Ad ogni modo questo gruppo merita di esser meglio chiarito. Il primo gruppo, ossia l'inferiore, è anche più dubbioso degli altri, perchè ne' suoi strati i sigg. Villa citano i fucoidi del macigno, i quali perciò, e contra quello si osserva in tutta Italia, sarebbero inferiori agli strati a rudisti. E su tal proposito vuolsi osservare che i fucoidi occorrono in Lombardia in molte rocce e di età diversa, essendo stati ritrovati ancora nel calcare rosso ammonitifero, come appresso sarà detto; è mestieri dunque di bene distinguere le loro specie, affinchè non abbiano a trarre a false conseguenze. È osservabile questo gruppo per gli avanzi di un antico saurio che vi sono stati dissotterrati (*heliosaurus Villæ*), il quale rettile non essendo stato ritrovato fin quì negli strati inferiori all'arenaria verde, fa giustamente supporre co' sigg. Villa che il loro primo gruppo cretaceo di Lombardia appartenga al terreno neocomiano, ovvero all'arenaria verde inferiore.

Il terreno cretaceo delle Alpi Venete sembra ancora presentare, e distintamente, i diversi piani della creta settentrionale di Europa, perchè in quel paese vi è stata distinta la creta bianca, la glauconia col calcare nummulitico, ed il calcare neocomiano. È quindi da desiderare che i dotti geologi di quella parte d'Italia ci dieno notizie più precise, e maggiori schiarimenti circa queste divisioni. Importa poi molto di sapere a quale delle distinzioni cretacee d'Italia si vuol riferire la *scaglia* de' monti Euganei. Nella quale sono stati ritrovati fossili appartenenti a tutt' i piani del terreno che discorriamo, cioè 1.° l'*ananchites ovata*, lo *spatangus cor anguinum*, lo *spatangus bufo*, l'*ino-*

*ceramus Cuvieri*, specie che contrassegnano la creta bianca; 2.° le *ippuriti*, che presentò al Congresso di Milano il rispettabile Conte da Rio, rapito non è guari all'amore de' buoni Italiani: i quali fossili occorrono ordinariamente fra noi nell'arenaria verde superiore; 3.° le *crioceras* (*c. Emerici, c. da Rio*) che recentemente ha scoperto in quella roccia il sig. de Zigno (1): queste conchiglie politalamiche hanno stanza, secondo il d'Orbigny, negli strati più antichi neocomiani, e non sorpassano il *gault*. Vi sarebbero dunque nella scaglia Padovana riunite delle specie fossili che distinguono tutt'i principali piani cretacei. Questa dirò quasi anomalia si può in due modi spiegare, ovvero ponendo che la scaglia degli Euganei appartenga a più sotto-formazioni, ovvero ammettendo che quivi i fossili della creta bianca e cloritica sono discesi un poco più in basso, e quelli neocomiani sono saliti alquanto più sopra, e che la loro riunione contrassegna la terza zona delle rudisti, cioè il piano dell'arenaria verde superiore, ch'è molto predominante in Italia.

Dalle cose dette di sopra si deduce che le nummuliti e le rudisti prendono molta parte nel terreno cretaceo d'Italia. Giova quindi fare alcune osservazioni sul loro proposito.

Si possono distinguere in Italia tre giaciture speciali di nummuliti, cioè 1.° quelle del terreno terziario eocene del Vicentino, se pure continueranno a rimanere nella posizione che fin quì hanno avuta; 2.° le nummuliti del macigno; 3.° quelle del calcare ippuritico. Onde si può *a priori* argomentare, che le loro specie debbono essere diverse in queste tre giaciture. Sarebbe quindi ottima cosa che qualche perito paleontologo prendesse a chiarire tali spezie, affinchè servir potessero di norma per la distinzione dei depositi diversi in cui si trovano (2).

(1) *Lettera sopra due fossili rinvenuti nella calcarea de' monti Padovani.*

(2) Questo lavoro ci è promesso dal sig. Leymerie, il quale compiendolo renderà certo un segnalato servizio alla geologia del mezzogiorno di Europa.

Quanto alle rudiste, il sig. d'Orbigny ci ha fatto conoscere in un lavoro classico le diverse zone ch' elle formano nel terreno cretaceo e le loro rispettive posizioni (1), ed afferma che in Italia occorre solamente la sua terza zona di questi fossili, che ei ripone nella creta cloritica. Facciamo pertanto osservare che da una parte questo suo pensamento è fortificato per ciò che in Italia le rudiste vanno quasi sempre associate alle acteonelle, e specialmente all'*acteonella gigantea*, la quale appunto, secondo il prelodato paleontologo, accompagna la sua terza zona delle rudiste, ciò che fa credere che il piano dell'arenaria verde superiore è molto rilevante nel terreno cretaceo d'Italia. Ma d'altra parte non è ugualmente vero che presso noi mancano le altre sue zone di rudiste; perocchè non si può dubitare per le cose dette di sopra che nel regno di Napoli è molto abbondante e cospicuo il terreno neocomiano, contrassegnato dalla *chama ammonia*, da parecchie *nerinee* e da altri fossili neocomiani, i quali fossili sono eziandio accompagnati da una gran copia di rudiste. Onde argomentare si può che la sua prima zona di questi fossili che contrassegna il terreno neocomiano superiore, non manca in alcune parti d'Italia. Anzi il Prof. Catullo è di avviso che il maggior numero di rudiste del Vicentino hanno lor sede nel calcare neocomiano. Del resto il sig. d'Orbigny avrebbe più utile renduto il suo lavoro, se ci avesse fatto conoscere le relazioni delle rudiste colle nummuliti, perocchè questi due generi di fossili sono di gran valore nella distinzione del terreno cretaceo mediterraneo.

Avendo ora fermato i punti più essenziali del terreno cretaceo d'Italia, piacemi di tirarne alcune deduzioni, le quali mi sembrano confortate da tutta la logica della nostra scienza. Messo che il calcare mediterraneo ippuritico rappresenta tutta la

(1) *Considérations sur les Rudistes* (Bull. de la Soc. Géol. de France, tom. XIII. p. 148).

creta del settentrione di Europa, e messo che il macigno è a detto calcare superiore, uopo è inferire che il macigno costituisce un deposito speciale e distinto dal cretaceo. La quale distinzione è poggiata sopra tutt' i caratteri che possono contrassegnare la indipendenza di un terreno, cioè sui caratteri mineralogici, su la soprapposizione e sopra la natura dei corpi organici; di che non sarà fuor di proposito di allegare le prove necessarie.

Il macigno qual si osserva in Toscana e nella Liguria, non ha nessuna analogia mineralogica colla creta del N. O. di Europa. Le rocce che lo compongono hanno caratteri tutti speciali. A questa differenza si vuole aggiungere un altro accidente molto notevole, cioè che la selce, la quale suole essere la compagna quasi indivisibile della creta bianca settentrionale, manca interamente nel deposito del macigno italiano; il quale fatto, avvegnachè possa essere in generale considerato di picciol valore, è nondimeno nel nostro caso di grandissimo momento (1). Non vi sono stati ancora trovati giammai di quei grani verdi che occorrono frequentemente nelle arenarie cretacee settentrionali ond'elle traggono lor nome.

Quanto alla soprapposizione, abbiamo veduto primamente che il macigno vuol essere considerato come superiore alla creta bianca. Secondamente abbiamo fatto osservare che i diversi piani del calcare ippuritico, i quali rappresentano tutt' i piani

(1) Nella brecciola nummulitica che accompagna il macigno di Mosciano presso Firenze è stato trovato qualche nocciolo di selce; e tengo dal Prof. Savi che sopra questo fatto poggiavasi la Sezione di Geologia del Congresso di Firenze, per giudicare quella roccia cretacea. Ma avendo esaminato coll' anzidetto mio collega i pezzi di tal roccia che sono nel Museo di Pisa, ci siamo assicurati che la selce si trova in frammenti come gli altri rottami che fanno parte di quella brecciola. Dal quale accidente invece di derivare un argomento contrario a ciò che ho detto di sopra, si deduce invece che il macigno è posteriore alla creta con selce, o almeno che questa sostanza vi è avventizia.

della creta settentrionale, sono legati fra loro e fanno insensibilmente passaggio gli uni agli altri, ciò che pruova che il più delle volte furono depositati nello stesso mare e coi medesimi accidenti. Laddove poi il macigno è sempre distinto dai detti depositi per una linea spiccata di separazione, o per accidenti topografici diversi, nè mai fa passaggio a quelli, nè con essi si salda, segno manifesto di essere stato depositato in un mare differente e con circostanze diverse. Infine, se uno dei caratteri principali della indipendenza di una formazione è la sua sovrapposizione a rocce di età differente, ciò si avvera nel macigno meglio che in qualunque altro deposito; poichè lo vediamo soprapposto al calcare nummulitico-ippuritico (Liguria), al calcare giurassico (Toscana), ed ancora a rocce cristalline (Elba). Ed è veramente cosa osservabile che in Toscana, dove questo terreno è molto esteso, non si vede mai congiunto col calcare nummulitico-ippuritico, tanta è la sua indipendenza da questo.

Vengono in ultimo luogo i fossili, e meglio che tutti gli altri caratteri, a porre il suggello a questa distinzione; e ciò forma il punto principale, sul quale è poggiato il mio tema. Nè nel macigno di Toscana, nè in quello di altro luogo ch'io mi sappia, è stato trovato alcun fossile proprio del terreno cretaceo del N. O. di Europa. È cosa da tutti conosciuta che i principali avanzi organici caratteristici di questo terreno sono alcune specie di fucoidi. Ora tali avanzi mancano del tutto nel terreno cretaceo settentrionale, e mancano altresì nel calcare nummulitico-ippuritico meridionale. Ed inversamente le rudiste, le quali sono abbondantissime in quest' ultimo deposito, si possono considerare del tutto straniere al primo, dove neppure un *solo individuo* di esse è stato trovato. E lo stesso dicasi delle acteonelle che sogliono accompagnare questi fossili. Il d'Orbigny ed il Deshayes, che sono da tutti tenuti giudici competenti in materia di paleontologia, hanno fatto osservare che le rudiste, per lungo

tempo limitate alla creta inferiore meridionale, occupano tutt' i piani della formazione cretacea di Europa (1). Ora se questa famiglia non ha nessuna specie che la rappresenta nel macigno, uopo è conchiudere che questo deposito appartiene ad un periodo al tutto diverso dal cretaceo. Rammentiamo ancora le specie simili di foraminifere microscopiche osservate da Ehremberg nella creta bianca settentrionale e nella creta nummulitica meridionale, le quali specie non sono state peranco riconosciute nel macigno. Quanto poi alla indipendenza di questo deposito da tutto il terreno cretaceo, considerata per rispetto a' fossili, citiamo l'esempio della scaglia degli Euganei. Nella quale, secondo che dinanzi fu detto, sono stati trovati una riunione di fossili della creta bianca, dell'arenaria verde superiore e del terreno neocomiano, e nessuno che indicar vi potesse la formazione del macigno.

Forse qualcuno potrà citare le nummuliti che si trovano in comune nel macigno e nel calcare ad esso inferiore. Ma lasciando stare che questi fossili sono estremamente rari nel macigno, chi può mai assicurare che le loro specie sono le stesse di quelle che occorrono nel calcare nummulitico? Finora certamente nessuno. Abbiamo già fatto osservare innanzi che le nummuliti del calcare cretaceo d'Italia sogliono essere grandi e della natura di quelle di Peyrehorade nei Pirenei (*n. millecaput?*). Tali sono quelle da me trovate nel Gargano e quelle citate dal March. Pareto nel calcare di Mortola nella Liguria. Al contrario le poche nummuliti trovate fin quì nel macigno sono molto più piccole.

Si potranno ancora opporre al mio pensamento le ammoniti trovate nel macigno di Firenze e della Liguria. Questa famiglia di cefalopodi, la quale ha numerose specie che la rappresentano nella creta inferiore, cessa di comparire nella creta bianca. Adunque le ammoniti citate farebbero credere il maci-

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France,* tom. XI. p. 220, e XIII. p. 113.

gno essere innanzi più antico che più recente della creta bianca. Alla quale opposizione io rispondo 1.° che non si contano finora che due soli esemplari di ammoniti trovati nel macigno, e uno di essi appartiene più probabilmente al genere *Hamites*; 2.° che ancora nella creta bianca di Maestricht il Conte Munster trovò un' ammonite (*a. rhotomagensis*) (1), e che questo fossile medesimo è citato dal Desnoyers nel calcare a baculiti di Normandia (2). Adunque non si può da questi fossili trarre nessuno argomento contro la mia maniera di vedere, perchè essi sono ugualmente rari nella creta bianca e nel macigno.

In ultimo, per non lasciare nessuna materia di dubbio su questo soggetto, potrà qualcuno recare innanzi l'*apiocrinites ellipticus* che abbiamo detto essere stato trovato dal Dott. Santagata nella molassa del Bolognese. Questo fossile essendo occorso nella creta bianca di Sussex, dell'Yorkshire, della Turena e nel calcare a baculiti di Normandia, potrebbe appoggiare l'opinione che il macigno sia una formazione parallela alla creta bianca. Ma è da por mente che, secondo le osservazioni del Prof. Biancone, la roccia che lo racchiude lascia molte incertezze per le relazioni che ella può avere colle argille azzurre subappennine (3), e tali dubbiezze crescono considerando che il detto crinoide è accompagnato da corpi organici di *svariatissima sorte*, i quali in generale mancano nel macigno. Sarebbe perciò cosa desiderabile che le specie di questi corpi organici fossero esattamente definite.

In conchiusione possiamo stabilire

1.° Che il calcare ippuritico d'Italia rappresenta tutto il terreno cretaceo settentrionale, in massima parte l'arenaria verde superiore e inferiore, e solamente in qualche raro luogo la creta bianca.

(1) Lyell, *Elementi di Geologia*, cap. XV.
(2) *Mém. de la Soc. d'Hist. Nat. de Paris*, tom. II.
(3) *Storia naturale dei terreni ardenti*, §. 94.

2.° Che la creta settentrionale si congiunge col calcare ippuritico del mezzogiorno di Europa, ma col macigno non mai.

3.° Che il macigno è sovrapposto al calcare ippuritico con linea distinta di separazione.

4.° Che le rudiste, delle quali qualche specie comparisce nella creta superiore del N. di Europa, sono copiose nel calcare cretaceo del mezzogiorno, e spariscono del tutto nel macigno sovrapposto.

5.° Che il macigno non ha nessun fossile che appartenga alla creta settentrionale; ma contiene fucoidi che mancano in questa e nel calcare ippuritico meridionale.

Tutt'i fatti che abbiamo di sopra esposti sembrano provare fino all'evidenza che il terreno del macigno non è già parallelo alla creta bianca, ma forma un terreno indipendente dal cretaceo, dal quale può esser separato mediante caratteri di maggior valore che non sono quelli che hanno dato origine alla distinzione del terreno carbonifero dal devoniano e di questo dal silurio. Si vuole esso considerare come l'ultimo deposito secondario, tenente suo posto tra la creta ed i terreni terziari. Nel periodo in cui avveniva la sua produzione era già accaduto un cambiamento nella natura dei sedimenti per rispetto a quelli del periodo anteriore (cretaceo); gli uni erano stati intieramente calcarei, gli altri in gran parte arenacei. Nel periodo del macigno la famiglia delle rudiste avea finito di popolare i mari del mezzogiorno d'Europa. E con esse erano disparse le nerinee, e quasi tutte le acteonelle; solamente qualche rara specie di nummulite e di ammonite avea continuata una languida esistenza per rimanere spenta alla fine di questo periodo. E però io mi avviso di distinguere il macigno come un terreno di una età particolare, assegnandogli un nome speciale a cagione del suo posto rilevante fra' depositi dell'Europa meridionale: io propongo di dimandarlo *terreno etrurio* per ciò che è stato riconosciuto la prima volta in una maniera classica nel suolo di Toscana. E così io mi

penso rimanga sciolto uno dei principali quesiti proposti dalla Sezione di Geologia nel Congresso di Firenze (1).

Do termine a queste osservazioni sul macigno e sul terreno cretaceo d'Italia confrontando in un quadro le divisioni di questi due terreni nella zona settentrionale e meridionale di Europa.

| | | *Zona settentrionale* | *Zona meridionale* |
|---|---|---|---|
| Terreno etrurio | | Manca | Alberese<br>Macigno |
| Terreno cretaceo | Superiore | Creta bianca | Poco distinta, calcare a *ostrea vesicularis, catilli, belemnites mucronatus* ec. |
| | Inferiore | Arenaria verde superiore | Glauconia e calcare nummulitico |
| | | Gault | Manca, o è poco distinto |
| | | Arenaria verde inferiore | Terreno neocomiano |

Nella fig. 2. della Tavola annessa al presente lavoro si veggono rappresentate le posizioni relative teoretiche del terreno etrurio e del terreno cretaceo in Italia.

b) *Terreno giura-liassico.*

Seguita ora che diciamo del terreno giura-liassico. Il quale, poichè non presenta nella nostra Penisola divisioni così rego-

(1) *Atti del Congresso di Firenze.* Adunanza del dì 29 Settembre: quesito VI.

lari e tanto costanti come nel settentrione di Europa, sarà bene di esaminarlo a parte a parte ne' luoghi dove è stato osservato.

Nella Italia meridionale questo terreno è ben poco distinto, e, se veramente ci è, esso forma le parti inferiori della gran massa di calcare neocomiano, al quale intimamente si liga. In Sicilia non trovasi indicato con nome speciale nella Carta dell'Hoffmann. Nondimeno ei pare che possa essere ravvisato nel calcare di Taormina, specialmente nel calcare rosso onde si ritira il marmo tanto conosciuto di quel paese; nella qual roccia il Gemmellaro afferma di essere ammoniti e belemniti ed altri fossili che possono riputarsi giurassici. In proposito delle belemniti non pure il Gemmellaro, ma eziandio l'Hoffmann citano questi fossili nel calcare secondario di Sicilia; se veramente vi si trovano essi sarebbero assai importanti, in quanto che porgerebbero uno dei rarissimi esempi di giacitura di belemniti nell'Appennino.

Dalla Sicilia passando in Calabria non so affermare se le varie masse calcaree colà sovrapposte agli scisti cristallini a Staiti, ad Agnana, a Tiriolo, a Monte Cocuzzo, a Lungro sono giurassiche, ovvero neocomiane. Io non vi ho trovato affatto orma di corpi organici, ma essi sono simili e per i caratteri mineralogici e per la giacitura ai calcari di Taormina, e quindi si possono considerare probabilmente come della stessa età. Nel rimanente del Napolitano il terreno giura-liassico è pochissimo, o niente distinto dal neocomiano. Così per esempio le specie di pesci fossili di Torre d'Orlando presso Castellamare sono, secondo le definizioni dell'Agassiz, giurassiche, ma la roccia che gli contiene fa parte di un promontorio calcareo ch' è evidentemente neocomiano, poichè a piccola distanza dalla giacitura dei pesci fossili, cioè presso Vico, contiene un gran numero d'ippuriti e di altri fossili neocomiani. Sono ancora importanti gli scisti calcarei di Pietraroja in Terra di Lavoro e di Giffuni in provincia di Salerno per la gran quantità di pesci fossili che hanno

somministrati, dei quali i migliori esemplari che io ne aveva, gli rimisi, è già qualche tempo, all'Agassiz, ed ignoro se questo celebre zoologista gli abbia determinati. Mi occorre pertanto di fare una osservazione sul proposito di quest' ittioliti napolitani. Nel catalogo di pesci fossili pubblicato recentemente dall'Agassiz trovo registrate le specie seguenti

*Semionotus Pentlandi* — Egert. — Castellamare.
—— *minutus* — Egert. — Castellamare.
—— *pustulifer* — Egert — Castellamare.
*Polidophorus fusiformis* — Ag. — Castellamare.
*Notagogus Pentlandi* — Ag. — Torre d'Orlando.
—— *latior* — Ag. — Torre d'Orlando.
*Picnodus rhombus* — Ag. — Torre d'Orlando (1).

Or io sospetto che in questa nota siavi qualche sbaglio nella citazione dei luoghi. Il sig. Pentland mi assicurò a Milano che un esemplare d'ittioliti di Giffuni da me recato a quel Congresso apparteneva alla specie *semionotus Pentlandi* dell'Egerton. Gl'ittioliti intanto di Giffuni sono diversi da quei di Castellamare. Ciò mi fa dubitare che le specie citate di sopra col nome di Egerton vengano tutte da Giffuni e non già da Castellamare: ed il mio sospetto cresce per ciò che le specie dell'Agassiz portano la indicazione di Torre d'Orlando: ora Castellamare e Torre d'Orlando sono un luogo medesimo, laddove Giffuni è un luogo diverso. Se veramente ci ha quest'equivoco, non si creda già che sia di lievissimo peso. Perocchè io trovo che le specie definite dall'Egerton sono comprese tra specie tutte liassiche, e quelle di Agassiz tra specie tutte oolitiche, onde si può credere che il deposito di Giffuni appartenga al lias, e quello di Castellamare alla oolite; ciò che è confermato ancora da altre particolari osservazioni da me fatte in detti luoghi. Ricordo quì la particolarità importante di tali fossili, cioè che essi sono i più antichi ittioliti trovati nell'Appennino.

(1) *Tableau Général des Poissons fossiles*. — Terr. Jurass.

Io non posseggo che un solo esemplare di ammonite trovato nel Napolitano, e lo tengo dall'amicizia del sig. Orsini di Ascoli, il quale lo ha rinvenuto nel calcare di Monte Corno negli Abruzzi. E' sembra potersi riferire all'*ammonites costatus*, specie ricisamente giurassica; una specie simile è stata trovata nel calcare rosso ammonitifero della Maremma Toscana. Inoltre il sullodato infaticabile naturalista mi ha assicurato a Milano aver ritratto da alcuni banchi calcarei dello stesso monte parecchie altre generazioni di ammoniti. Questi fossili dunque ci possono far credere che si trovi in quella più alta montagna dell'Italia continentale qualche brano di terreno giurassico inferiormente al neocomiano che forma la sua vetta.

Nello Stato Romano io non posso citare che il calcare delle vicinanze di Terni, il quale abbonda di ammoniti che sembrano avere stanza in un calcare rosso. Un esemplare che ho ricevuto dalla gentilezza del mio amico P. Giordani di Napoli parmi molto identico all'*ammonites tortilis* del d'Orbigny, la quale specie appartiene al lias.

Vengono ora i calcari rossi ammonitiferi di Toscana: tali sono quelli di Gerfalco e Campiglia nella Maremma e di Corfino nelle Alpi Apuane. Ne' due primi luoghi il Prof. Savi ha trovato due specie di ammoniti, che sono l'*a. costatus*, e l'*a. Conybeari*, e molti articoli di encrini. Questi fossili sono evidentemente giurassici. Gli avanzi organici poi trovati dal Savi e da me nel calcare di S. Giuliano ne' monti Pisani non lasciano dubitare della sua età giura-liassica: sono vestigia di *ammoniti*, articoli di *encriniti* e *pentancriniti*, ed alcune conchiglie turriculate poco riconoscibili per essere impastate nella roccia, ma simiglianti molto a quelle trovate a Monte Godeno presso al lago di Lecco in Lombardia (ved. appresso). Questi calcari di Toscana sono dunque per i loro fossili paralleli in tutto ai calcari giura-liassici della provincia di Como, che or ora esamineremo.

Vogliamo quì intanto notare un fatto, che potrà molto

chiarire le quistioni circa l'età de' calcari giura-liassici di Toscana. Ne' monti di Campiglia si distinguono due formazioni calcaree. Delle quali una è composta di un calcare rosso e di scisti dello stesso colore distintamente stratificati, contenenti letti di selce, e le ammoniti e gli encrini dinanzi citati. L'altra è composta di un marmo bianco cristallino, massiccio e traversato solamente da irregolari fenditure, nel quale manca la selce e non si è trovato fin quì nessun organico avanzo. La prima formazione è soprapposta alla seconda, ed in un sito presso alla Gran Cava vedesi questa soprapposizione distinta da una linea manifestissima di discordanza, e da un conglomerato che racchiude frammenti della formazione inferiore. Alcune recenti ricerche da me fatte ne' monti Pisani m' inducono ancora a distinguere in quel luogo due formazioni calcaree del periodo giura-liassico, le quali rispondono perfettamente a quelle di Campiglia. La superiore composta di un calcare compatto, di color grigio chiaro, a grana fina, con frattura eguale dilatata, il quale è distintamente stratificato, ed è contrassegnato da numerosi letti o tubercoli di selce allungati nel verso della stratificazione della roccia; e non vi è stato fin quì scoverto nessun organico avanzo, dagli encrini in fuora (monti prossimi a S. Giuliano). L'altra formazione, che rimane inferiore, presenta una roccia di diverse varietà; ora è un calcare bianchiccio solido ma alquanto cavernoso (cave di Montoliveto), ora una dolomite cellulosa, di color grigio scuro, con cellette angolose che danno alla roccia un aspetto quasi scorificato, ed è al tutto simile al *rauchwake* de' Tedeschi (sopra la *grotta de' Pippi*); talvolta poi è una dolomite bianca, saccaroide, friabile (monte di S. Giuliano, a ponente della *buca delle Fate*); altre volte infine è un marmo bianco, semi-cristallino (luogo detto *la Spelonca*): questa formazione non è mai stratificata, ma massiccia, ed è interrotta da irregolari fessure; in essa si trovano i fossili turricolati che abbiamo dinanzi nominati, ed altri che non possono essere affatto riconosciuti. Nel contatto

delle due formazioni calcaree nessuna linea di discordanza si vede; nondimeno la loro *facies* generale mostra tali differenze che indicano certamente due depositi diversi. Noi avremo occasione di tornare appresso su questo soggetto.

I calcari rossi di Corfino nelle Alpi Apuane sono ancora più notevoli per i fossili che vi sono stati trovati. I nostri colleghi che assistevano al Congresso di Lucca si ricorderanno di tre esemplari di quel paese che vennero presentati dal sig. Dini alla Sezione di Geologia, e conteneano due specie di ammoniti ed una ortocera. Le ammoniti si possono riferire all'*a. Conybeari*, ed *a. obtusus* Sow., alle quali è da aggiungere un'altra specie, l'*a. tatricus* Pusch, che conservasi nel Museo di Pisa. Quanto all'ortocera, ella avea tutte le forme di questa conchiglia, e come tale fu riconosciuta da tutti coloro che l'esaminarono: la sua lunghezza era di circa 7 pollici, e la larghezza maggiore di due pollici; avea una forma più prossima alla cilindrica che alla conica, non vi si potea riconoscere il sifone per essere il pezzo incassato nella roccia. Nondimeno è da osservare che nel calcare rosso di Erba in provincia di Como, che contiene le medesime ammoniti di Sasso Rosso, occorre un fossile molto simile, il quale dal de Buch è stato considerato alveolo di belemnite per le vestigia che presenta di sifone marginale. E forse della stessa natura saranno le famose ortocere associate alle ammoniti giurassiche delle Alpi Salisburghesi (1). Ma su ciò non diciamo più innanzi. Noi possiamo ritenere che il calcare rosso ammonitifero di Corfino è indubitatamente giurassico.

E siccome il calcare anzidetto ligasi con la gran massa calcarea soprapposta agli scisti cristallini delle Alpi Apuane, si può conchiudere che tali depositi sono della medesima età. In gene-

(1) Il Boué intanto afferma di aver raccolto ad Aussée delle ortocere ben conservate e col loro sifone centrale bene distinto. (*Guide du géologue voyageur*, tom. II. ch. III. §. X.)

rale i fossili mancano quasi del tutto nel calcare delle Alpi Apuane, eccetto che in qualche rarissimo luogo. Guidoni e Savi affermano di aver trovato in cima del Sagro e dei monti della Tambura articoli di encrini e specie di conchiglie simili a quelle che occorrono nel calcare a bivalvi della Spezia, del quale ora ora parleremo. Io ho visitato in compagnia del sig. Guidoni la valle della Tecchia, la quale è aperta prossimamente alle grandi cave de' marmi di Carrara; la roccia è di color grigio scuro, forse tinta dal carbone, e rassomiglia molto al calcare a bivalvi della Spezia: essa è distintamente stratificata, e contiene in alcuni punti fossili poco riconoscibili, come *carditi*, *terebratule* simili a quelle della Spezia, e forse ancora qualche *mitilo*.

Conviene ora far menzione del terreno fossilifero della Spezia, il quale dalla comune dei geologi è ben conosciuto per le notizie che intorno ad esso hanno pubblicato Guidoni, Savi, Pareto, Sismonda, la Béche, ed Hoffmann. Alle osservazioni di costoro piacemi aggiungere le seguenti che ho avuto occasione di fare in una visita recente a quel luogo celebre. I fossili si trovano quivi in due posizioni diverse, ed in entrambi i siti le specie sono distinte. La fig. 3.ª della Tavola quì annessa fa vedere la successione degli strati che si veggono ne' monti occidentali del golfo, e propriamente lungo il vallone dell'Acquasanta che da S. Vito conduce a Campiglia. La serie è la seguente:

*a*) Calcare bruno stratificato. Gli strati si veggono inclinati dal golfo verso le parti interne della montagna.

*b*) La medesima roccia, i cui strati si abbassano in direzione opposta ai precedenti.

Questi strati contengono in alcuni luoghi numerose conchiglie, per lo più bivalvi, come *carditi*, *trigonie*, *pettini*, *terebratule*; ci ha inoltre un piccolo *ceritio* caratteristico, e vari zoofiti (*grotta dell'Arpaia* presso Portovenere, Marola, isola di Palmaria, Tinetto); negli scisti bruni del Tinetto io ho trovato eziandio un pesce fossile, e rendomi certo che facendovi accu-

rate ricerche si giungerebbe a ritrarre molti esemplari di questa sorte.

*c*) Dolomite grigia o bianchiccia in gran massa, che ha un' apparenza quasi eruttiva. È osservabile che nel contatto del calcare bruno con la dolomite vedesi questa in forma di vene e di filoncini ramificata nell'altra roccia come se vi fosse stata dentro iniettata, ed allora dà origine al famoso marmo venato *di Portovenere,* il quale perciò trovasi sempre nel punto di congiunzione delle due rocce.

*d*) Strati calcarei alternanti con scisti marnosi giallicci.

*e*) Scisti marnosi giallicci interrotti da pochi strati calcarei. In questi scisti si trovano molte ammoniti di piccole dimensioni, ed alveoli di belemniti, i quali fossili sono sempre ridotti in istato piritoso.

*f*) Scisti marnosi giallicci e serici, senza fossili.

*g*) Gli stessi scisti, ne' quali Coquand ha trovato numerose impronte della *posidonia liasina.*

*h*) Scisti calcarei rossi o variegati, senza fossili (1).

*i*) Macigno, contenente molti rottami di granito.

I fossili della Spezia, che furono la prima volta scoverti dal Guidoni, rendono molto importante quel luogo d'Italia per lo studio de' terreni giura-liassici della Penisola. Giova quindi dire qualche cosa sul loro proposito. E primamente convien ricordare le tanto contrastate *ortocere* di quella contrada. Sono veramente ortocere, ovvero alveoli di belemniti quelle vi sono state citate? Il Sowerby, che ha esaminati questi corpi, gli ha trovati appartenere certi all'uno e certi all'altro de' generi anzidetti: egli vi ha ancora distinto due specie di *ortocere,* cioè l'*o. Steinhaueri,* carbonifera, e l'*o. elongatus,* liassica (2). Ma a questa opinione non consentono Valenciennes, d'Orbigny, e de

(1) Coquand assicura avervi adocchiato articoli di encrini.
(2) Labèche, *Man. de Géol.* sect. VI.

Buch, i quali gli considerano come alveoli di belemniti, perchè vi hanno ravvisato vestigia di sifone marginale. Nondimeno è da osservare che insieme con tali corpi, che pure sono numerosi, non occorrono mai gli astucci delle belemniti, che sogliono essere le parti più generalmente sparse di questi fossili; non si cita che un solo esemplare di tali astucci che il Marchese Pareto assicura di avervi ritrovato. Quanto alle ammoniti, è risaputo che le specie definite dal Sowerby appartengono parte al lias, e parte al terreno carbonifero: e sopra questa mescolanza ancora ci ha delle dubbiezze che meritano di essere chiarite. Alla lista de' fossili della Spezia pubblicata dal Labèche (1) e dal Sismonda (2) molte altre specie si debbono aggiungere che ho trovate in quel luogo, le quali hanno bisogno ancora di una precisa determinazione. Negli scisti ammonitiferi ho rinvenuto eziandio alcune *nerinee, natiche* e *pleurotomarie,* ed altresì alcuni frammenti ossei, i quali probabilmente sono avanzi di qualche rettile.

Tutt' i geologi si avvisano che le rocce componenti i monti fossiliferi della Spezia appartengono al terreno giura-liassico. Intanto le diverse serie di strati che compongono quel terreno, e soprattutto le diversità di fossili che vi sono contenuti, porgono certamente buone norme a segnarvi precise divisioni, a quel modo ch' è stato fatto nel terreno giura-liassico del settentrione di Europa. Nondimeno si richiede ancora per ciò uno studio più preciso delle serie su descritte. La maggior parte de' geologi si accordano a riferire al lias gli scisti ammonitiferi: e questo è per certo un ottimo orizzonte geognostico per poter riconoscere l'età delle serie poste al disopra e al disotto degli scisti su nominati. Ma per procedere ordinatamente a questa

(1) Op. cit.

(2) *Osservazioni geologiche sulle Alpi marittime e sugli Appennini Liguri*.

ricerca egli è mestieri innanzi tutto osservare gli accidenti di posizione degli strati giura-liassici della Spezia, i quali presentano alcune anomalie che non sembrano bene accordarsi con la loro ordinaria giacitura in altri luoghi. Mi si conceda perciò di far conoscere queste irregolarità, e quindi di esaminare se ci ha nessun modo per poterle spiegare.

1.° Lo spaccato della fig. 3.ª mostra che il calcare bruno *a* è la parte superiore e la più recente della formazione; ma nella parte opposta del golfo, cioè al Capo-Corvo, questo stesso calcare vedesi soprapposto al *verrucano* ed agli scisti cristallini che sono inferiori al lias, come vedere si può nella fig. 4.ª, la quale mostra la bella successione di strati che vedesi al Capo su nominato; dove gli strati *a, b* che poggiano sopra l'anagenite quarzosa (*verrucano*) *c*, sono al tutto simili agli strati *a, b* della fig. 3.ª ovvero a' primi strati de' monti opposti del golfo; 2.° lo spaccato medesimo fa vedere che gli scisti calcarei variopinti *h* sono la parte inferiore e più antica di tutta la formazione; ma essi sono in contatto col macigno *i* in una guisa che lascia sempre luogo a dubbiezze. Il Coquand pensa che gli scisti anzidetti rappresentano il calcare rosso ammonitifero di Sasso Rosso, di Campiglia e di altri luoghi d'Italia, e gli fa appartenere al lias inferiore. Questo ravvicinamento a me sembra molto dubbioso, perchè in alcuni luoghi d'Italia, e specialmente nel Lago di Como, il calcare rosso ammonitifero trovasi nella parte superiore del terreno giurassico, e questa posizione ancora gli è assegnata dal de Buch (ved. appresso la sua nota). D'altra parte come mai si può spiegare che il macigno *i* trovasi in contatto cogli strati più antichi liassici *h*, e non già co' più recenti oolitici *a, b*, come dovrebb' essere per le sue naturali relazioni di giacitura? Piacemi su tale proposito di esporre un mio particolare pensamento. Se per poco si suppone un rovesciamento negli strati espressi nella fig. 3.ª ed in tal guisa che gli strati superiori divenissero inferiori e viceversa, si verrebbe a ristabilire l'ordine naturale di essi strati nella seguente maniera d'alto in basso.

Nel lato occidentale del golfo (fig. 3.ª)

*i*) Macigno.

*h*) Scisti calcarei rossi (calcare rosso ammonitifero).

*g*) Scisti gialli a *posidonia liasina*.

*f*) Scisti senza fossili.

*e*) Scisti ad *ammoniti*.

*d*) Scisti calcareo-marnosi.

*c*) Dolomite.

*a*, *b*) Calcare bruno a bivalvi.

Nel lato orientale del golfo (fig. 4.ª) *a*, *b*, calcare bruno a bivalvi poggiante sopra le anageniti e gli scisti cristallini (*verrucano*) *c* ad *i*.

In questa guisa l' ordine di posizione degli strati viene a rispondere presso a poco a quello si osserva nel lago di Como; ed essi riprendono le loro naturali posizioni rispetto al macigno che gli ricuopre ed al *verrucano* che gli sostiene. In tal caso gli scisti calcarei *h* rappresentano la formazione giurassica, gli scisti marnosi *g* a *d* appartengono al lias superiore, e gli strati *c*, *b*, *a* al lias inferiore. La supposizione poi di tal rovesciamento si rende assai più verisimile, quando si considera che il golfo della Spezia è il prodotto evidente di una frattura (*faille*), e che le dolomiti del braccio occidentale del golfo hanno una forma quasi eruttiva, o almeno indicano una energica azione sotterranea avvenuta in quel luogo. Per ultimo se a questo modo si considera la posizione degli strati giura-liassici della Spezia, non pure essi vengono a concordare con quelli della provincia di Como in Lombardia; ma benanco rendono ragione di alcuni accidenti particolari che presentano tali strati in qualche luogo di Toscana. Il calcare bruno della Spezia con fossili bivalvi è del tutto simile a quello che occorre nella valle non lontana della Tecchia ne' monti di Carrara, dove il calcare bruno si liga a mano a mano col marmo statuario. Se dunque il calcare bruno della Spezia tiene al lias inferiore, conviene dire che anche il marmo di Car-

rara spetta alla medesima età geologica. Ora noi abbiamo veduto che ne' monti di Campiglia nella Maremma Toscana, ed eziandio ne' monti Pisani, vedesi il calcare rosso ammonitifero manifestamente in discordanza sopra un calcare bianco cristallino molto somigliante al marmo di Carrara. Ma dove si riconoscesse che il calcare rosso ammonitifero appartiene al piano superiore giurassico ed il marmo bianco con le altre sue varietà al lias inferiore, ogni difficoltà svanisce. Perocchè tra la formazione de' due depositi è interceduta quella del lias superiore ammonitifero della Spezia, il quale non si è depositato nel Campigliese e ne' monti Pisani: onde la origine della giacitura discordante che abbiamo dinanzi mentovata.

Il terreno giura-liassico patisce una interruzione dalla Spezia fino alla riviera Ligure di Ponente, ossia fino al cominciamento dell'Appennino; dove è stato riconosciuto dal Marchese Pareto (1) e dal Prof. Sismonda (2). I quali ci fanno sapere che questo terreno comparisce tra gli scisti cristallini del monte di Pebrun e di Savona, e come una sua diramazione si stende al mare fin verso Nizza, ed un'altra dai contorni di Albenga fin dopo Finale.

Passiamo ora a confrontare il terreno giura-liassico dell'Appennino con quello delle Alpi.

Il terreno giura-liassico delle Alpi Piemontesi è stato assai bene illustrato dal Prof. Sismonda. Quello della Tarentasia, che è il più conosciuto ed il più famoso di detta regione, avea già dato materia alle classiche scritture di Brochant (3) e di E. de Beaumont (4); delle quali superflua cosa sarebbe di parlare in questo luogo. Il Prof. Sismonda; seguitando le orme del sig. E.

(1) *Atti del Congresso di Torino*, p. 108.

(2) *Osservazioni geologiche sulle Alpi marittime e sugli Appennini Liguri*.

(3) *Journal des Mines*, t. XXIII. p. 321.

(4) *Ann. des Sc. natur.*, t. XIV. p. 113.

de Beaumont, ha fatto un passo più oltre; perocchè ha cercato di distinguere le diverse parti componenti quel terreno. Il quale ei divide primamente in superiore, o oolitico, ed inferiore o del lias. Ripone nel superiore 1.° il calcare dei contorni di Briançon, del colle di Lauzanier ec. ch' ei riferisce all' oolite di Portland, all'argilla di Kimmeridge ed al *coralrag*; 2.° il deposito calcareo arenaceo con antraciti della valle di Aosta, della Tarentasia ec. che fa appartenere all'argilla di Oxford; 3.° una breccia calcarea e gli scisti con belemniti della Valle di Aosta superiore, di Villet nella Tarentasia ec. ch' ei uguaglia alla oolite inferiore. Colloca poi nel lias 1.° una puddinga alternante con calcare cristallino a Moutiers nella Tarentasia; 2.° un' arenaria modificata ed uno scisto con belemniti, entrochi e con piante fossili del terreno carbonifero (1). Ognun vede che il sig. Sismonda si è ingegnato di trovare nel terreno giura-liassico delle Alpi le principali divisioni che si scorgono nel medesimo terreno al N. O. di Europa. Ma in generale ei pare che i depositi giurassici delle Alpi e degli Apennini si prestano poco a spartimenti simili a quelli che sono stati fatti ne' depositi d' Inghilterra e della Francia; perciocchè vi mancano generalmente i fossili, i quali somministrano i principali caratteri alle divisioni settentrionali. Quanto poi agli scisti antracitosi della Tarentasia, che il Sismonda ripone con E. de Beaumont nel terreno liassico, tutti sanno le quistioni che ci ha circa tali depositi, perchè io mi dispensi di parlarne. Ciò che a noi importa di sapere è questo fatto certamente curiosissimo e non contrastato, e raro se pure non unico nella scienza, cioè che in quel luogo ci ha strati con impressioni di piante della flora carbonifera che alternano con altri contenenti belemniti, entrochi ed ammoniti del terreno liassico. Trattasi adunque di sapere se nella distinzione

(1) *Memoria sui terreni stratificati delle Alpi* (Mem. della R. Accademia delle Scienze di Torino, tom. III. della sez. II).

della età di tali strati debbano aver maggior valore i fossili vegetabili, ovvero gli animali. Ed importa ancora di sapere che all'opinione di E. de Beaumont accostasi non pure il Sismonda, ma eziandio lo Studer, ed il Collegno, che sono geologi grandi conoscitori delle Alpi.

Il terreno giura-liassico di Lombardia è classico da lungo tempo, e più ancora va a divenire famoso per le grandi quistioni alle quali ha dato origine nel Congresso Milanese. E siccome la sua natura è tale, che molta luce può spargere sopra le porzioni del medesimo terreno che occorrono in tutta la Penisola, giova però esporre i fatti principali che lo riguardano. Laonde indicheremo la serie degli strati onde è composto, e le opinioni che corrono intorno ad essi. Tutto il terreno è soprapposto ad una puddinga quarzosa e ad un'arenaria rossa, le quali sono addossate agli scisti cristallini della catena centrale. La serie poi degli strati è disposta nel modo seguente procedendo di basso in alto (1).

1.° Dolomite con *cardium triquetrum* (monte Godeno nella Grigna erbosa). La quale fa passaggio ad un calcare grigio chiaro con diversi fossili, cioè una *rostellaria* gigantesca, varie *turritelle* e *natiche*, un *trochus*, un *sigaretus* (*s. Curioni*, Cat.). Questa roccia passa ad un calcare nero con vene bianche spatiche, di che fa parte il marmo *nero di Varenna*, e ad uno scisto nero, il quale nella valle d'Esino presso Perledo ha somministrato gli avanzi di un rettile di un genere prossimo al *plesiosaurus*, e diverse impronte di pesci determinati dal Prof. Balsamo Crivelli (*lepidotus Trotti*, *Semionotus leptocephalus*, Agass.). Inoltre in uno

(1) Queste notizie sono tolte dalla scrittura del sig. Collegno, *Mémoire sur les terrains stratifiés des Alpes Lombardes* (Bull. de la Soc. Géol. de France II. serie tom. I. p. 131) e dall'altra dei fratelli Villa, *Sulla costituzione geologica e geognostica della Brianza*. Facciamo inoltre tesoro della gita della Sezione di Geologia del Congresso Milanese ne' monti di Varese, e degli studi fatti da questa sulle raccolte preziose dei geologi Lombardi.

scisto simile presso Guggiate sono stati trovati diversi altri fossili, *pholadomia hortulana* Agass., *nucula claviformis*, Sow. e *Hammeri*, Defr., *modiola hillana* e *plicata*, Sow., *pecten lens*, Sow., una *cardite*, due *lutrarie*, tre *plagiostome*, un *ceritio*, una *posidonia* ed una *trigonia*. Finalmente in questo medesimo calcare nero occorrono delle ammoniti, alcune delle quali di grandi dimensioni sembrano riferirsi all'*A. Bucklandi*.

2.° Calcare grigio di fumo con strati di selce, mancante dei fossili della serie precedente, e con alcune specie che appartengono agli strati seguenti (monte S. Primo, Tavernerio). Il posto di questo calcare pare occupato presso Indunno da una vera oolite bianchiccia, contenente numerosi articoli di encrini (*pentancrinites subangularis*, Miller).

3.° Calcare marnoso rosso, contenente ancora strati di selce, e notevolissimo per i suoi fossili e per la sua grande estensione. I fossili principali sono le ammoniti, delle quali ci ha molte specie determinate da de Buch e da d'Orbigny. Le più conosciute sono le seguenti, *a tatricus* (var. dell'*heterophyllus*), Pusch; *Walcotii*, Sow; *contractus*, *depressus*, *hepticus*, *elegans*, *fibulatus*, Sow; *radians*, Schlott.; *comensis*, Buch ec. Insieme colle ammoniti si trovano due belemniti, un *nautilo*, l'*aptychus lamellosus*, e *lævis*, la *terebratula diphya*, l'*apiocrinites rotundus* ed alcune conchiglie concamerate dritte, le quali sono state credute da alcuni ortocere e da altri alveoli di belemniti. Noi abbiamo già detto di sopra che il sig. de Buch le considera di quest'ultima natura. Debbono essere eziandio notati alcuni fucoidi che si trovano insieme con detti fossili a Indunno presso Varese. Questa roccia è estesissima in Lombardia, e presentasi sempre coi medesimi caratteri: onde si può considerare come un prezioso orizzonte geognostico; ella comincia presso il Lago Maggiore, ricomparisce ad Indunno, e di tratto in tratto si mostra ancora nei contorni di Como, in Valsassina, a settentrione della Brianza, e prolungasi oltre l'Adda nel Bergamasco.

4.° Al calcare marnoso rosso succede un calcare di color bianco a grana fitta e compatta e contenente ancora strati di selce; e dimandasi comunemente *majolica* (Ponzate, Gavirate ec.). Nel quale, comechè raramente, pur si trova qualche fossile della stessa natura del calcare sottoposto.

Sono queste le successioni di rocce giura-liassiche che occorrono nelle Alpi Lombarde. Vediamo ora le diverse opinioni che ci ha sopra ciascuna di esse.

E primamente convien dire che il Prof. Collegno fa cominciare la serie liassica da termini molto più bassi. Perocchè egli ripone nella formazione giura-liassica non pure le puddinghe ed arenarie rosse che sono sottoposte al calcare num. 1., ma eziandio le rocce scistose cristalline, sopra le quali questi ultimi depositi e tutte le rocce secondarie stratificate delle Alpi Lombarde sono appoggiate. La quale opinione, secondo che si vedrà appresso, è materia di grandi controversie.

Ma lasciando questi depositi da parte, prendiamo a considerare le serie sulle quali ci ha poca disparità di opinione.

Il calcare nero del num. 1. e con esso il calcare grigio e la dolomite sono quasi generalmente considerati come appartenenti al lias, a cagione degli avanzi di rettili, di pesci e di altri fossili liassici che vi sono stati trovati. Il quale pensamento sembra molto probabile. E qui cade in acconcio di ricordare che il calcare nero di Varenna per i suoi caratteri mineralogici, e per alcuni suoi fossili, è somigliante moltissimo al calcare nero a bivalvi della Spezia. La natura della roccia è al tutto la stessa. Inoltre trovasi associato colle dolomiti al modo stesso che il calcare della Spezia, secondo che vedere si può confrontando la fig. 3.ª della Tavola quì annessa colla fig. 1.ª della Tavola II. del su citato lavoro dei Villa. Finalmente alcuni fossili dell'uno e dell'altro calcare, sono gli stessi, sopratutto un piccolo *ceritio*, una *cardite*, e forse ancora gl'ittioliti trovati nell'isola del Tinetto e a Perledo: tanto è ciò vero, che avendo mostrato al Prof. Bal-

samo alcuni esemplari del calcare nero fossilifero della Spezia, ei credè vedere in tutto un pezzo del calcare nero di Lombardia. La differenza tra le due rocce sarebbe solo nella posizione, perocchè ne' monti occidentali della Spezia il calcare bruno fossilifero indica essere la parte superiore di tutta la serie giura-liassica, laddove in Lombardia forma manifestamente la porzione inferiore di questa. Ma se si avvera la opinione che ho esposta di sopra circa il rovesciamento degli strati della Spezia, allora i due calcari neri simili si trovano nella stessa posizione relativa, e possono bene entrambi appartenere al lias.

Quanto al calcare num. 2. ed all'oolite d'Indunno, tutti si accordano a considerarle come rocce giurassiche, e non ci ha discordanza alcuna di opinione.

Non si può dire lo stesso del calcare num. 3, cioè del calcare rosso ammonitifero. Il quale è stato il soggetto delle più importanti discussioni dei geologi nel Congresso Milanese. Era già antico dubbio se questo calcare, il quale occorre non pure in Lombardia, ma in molti altri luoghi delle Alpi ed in parecchi dell'Appennino, appartenesse al terreno giurassico ovvero al cretaceo. Molti geologi teneano alla prima, alcuni alla seconda opinione. Tra questi ultimi erano il Pasini il Catullo ed il Curioni. I geologi Veneti affermavano di avere osservato nel Vicentino un calcare rosso ammonitifero simile a quello della provincia di Como sovrapposto ad un calcare a rudiste. Il geologo Lombardo citava alcuni luoghi del suo paese, ove il calcare rosso ammonitifero contiene fucoidi e ligasi insensibilmente con un calcare a fucoidi assolutamente simile all'alberese Toscano. Onde deducevano che il calcare anzidetto appartenesse al periodo cretaceo. Per chiarire questo rilevantissimo punto della Geologia italiana, la Sezione di Geologia recavasi a Varese e ad Indunno, dove occorre vedere il fatto citato da Curioni. E con universale sorpresa trovavasi in gran parte vero; perocchè il terreno mostra colà la successione di rocce indicata dalla figura 5.ª, cioè

*a*) Calcare oolitico con numerosi encrini.

*b*) Calcare rosso marnoso con encrini, ammoniti, delle specie su citate, belemniti ed alcuni fucoidi.

*c*) Strati marnosi rossi e grigi.

*d*) Strati calcarei grigi con fucoidi del macigno.

Tutti questi strati si succedeano con concordanza perfetta di stratificazione, tanto che parevano far parte di un medesimo deposito. Alcuni della Sezione furono, per dir così, sorpresi da questo fatto; altri invece più attentamente considerandolo facevano osservare, il calcare marnoso rosso contenere specie animali, di cui nessuna ritrovavasi nel calcare soprapposto, ed all'incontro il medesimo calcare rosso contenere encrini simili a quelli della oolite considerata da tutti giurassica; e quanto ai fucoidi essere necessario di studiare bene quelli del calcare rosso per sapere se fossero specie simili a quelle del macigno; finalmente non essere quello il primo esempio di due depositi di età diversa che si succedono con concordanza di stratificazione. Stando la questione in tali termini, il sig. de Buch comunicò la mattina seguente alcune magistrali osservazioni sul proposito, le quali torna bene di trascrivere in questo luogo.

« L'*ammonites tatricus*, assai prossimo all'*heterophillus*, ma « enfiato nei lati e mancante di ogni piano suturale, è stato « nominato e descritto dal sig. Pusch di Varsavia nella sua Pa- « leontologia di Polonia, ed una buona figura accompagna le « sue descrizioni. Questa ammonite è ordinariamente associata « alla *terebratula diphya*, di cui la *terebratula triquetra* non for- « ma che una varietà. Vi si uniscono ancora un gran numero « di *aptychus* e molte specie, o varietà della famiglia dei falci- « feri. Gli strati calcarei che sono contrassegnati da questa riu- « nione di esseri organici si trovano particolarmente nel *mez-* « *zogiorno di Europa*, dove hanno un carattere particolare; e « mancano nella sua parte settentrionale. Il sig. Dubois di Mont- « pereux gli ha già scoverti in Crimea, ed il suo spaccato degli

« strati di quel paese dimostra che essi debbono far parte delle « *formazioni giurassiche superiori*. Si riscontrano al piede del « monte Tatra, onde il nome dell'ammonite su citata, a Rogoc- « znick e Szaflary nel mezzogiorno di Cracovia. Il sig. Zeusch- « ner di Cracovia gli ha descritti, ed il sig. Murchison che gli « ha esaminati nel 1843 è convinto che l'arenaria dei Carpazi « (il macigno) n'è intieramente separata. Finalmente il sig. « Beyrich perviene alla medesima conchiusione in un eccellente « lavoro inserito negli Archivi di Karsten. Questa formazione « vedesi distinta nel lato meridionale delle Alpi; e ad Asiago « nel paese Bergamasco, a Erba, a Cesi sopra Terni, ed in « tutt' i luoghi che sonoci ora familiari per tante eccellenti ri- « cerche dei geologi italiani, ella presenta sempre gli stessi « caratteri. La formazione giurassica finisce intieramente al « mezzogiorno del lago di Orta e non penetra mica nel Piemon- « te. Ma ella ricomparisce *precisamente di rincontro* nell'altro « lato delle Alpi, e si direbbe quasi che l'elevazione di questa « catena l'avesse tagliata. Così occorre ad Albeuve sulla Serine, « ed a Chatel S. Denis, dov'è accompagnata dall'*a. flexuosus* « ch'è tanto caratteristico degli strati giurassici superiori del- « l'Allemagna. Il Salève, i Voirons fanno osservare gli stessi « strati ad *a. tatricus*. Il mont du Chat, Barême, Castellane gli « presentano al medesimo modo. Finalmente si ritrovano ancora « nelle vicinanze di Mende, ed in quest'ultimo luogo si ha piut- « tosto ragioni di vedervi degli strati inferiori della formazione « giurassica che degli strati di una formazione cretacea. Egli è « adunque poco probabile che i fuchi trovati negli strati con « giacitura concordante a Indunno, o a Erba possano far risalire « gli strati ad *a. tatricus*, a *terebratula diphya* e ad *aptichi* fino « alle formazioni cretacee (1) ».

(1) Il mio amico Coquand, al quale ho fatto conoscere questa nota del sig. de Buch, non è disposto ad ammettere le conchiusioni di essa.

Queste osservazioni, che hanno l'impronta della perizia somma e della lunga sperienza del gran geologo, sgomberarono ogni dubbio dagli animi, e valsero ad assegnare fermamente al calcare rosso ammonitifero il vero posto che occupar deve ne' depositi della Penisola. E poichè la *majolica*, ch'è ultimo termine degli strati che esaminiamo, trovasi intimamente ligata col calcare rosso ammonitifero, ne segue che anch'essa debbe far parte della formazione giurassica superiore.

Passando ora alle Alpi Venete, troviamo che Catullo, Pasini e de Zigno vi riconoscono il terreno giura-liassico nelle masse calcaree che sono sottoposte al calcare a rudiste e nummuliti e sovrapposte al sistema calcareo arenaceo antico; e vi distinguono diversi banchi (1). Quanto alla posizione del calcare rosso ammonitifero di quel paese, primo soggetto della controversia su mentovata, attendiamo che Pasini e Catullo ci facciano sapere i risultamenti de' nuovi studi che hanno promesso di fare di quella formazione (2). Ed è ancora desiderabile che dieno notizie più speciali su le formazioni giurassiche delle provincie Venete a quel modo che le abbiamo rispetto a quelle di Lombardia.

Rimangono ancora alcuni depositi inferiori al lias, ne' quali discordanti sono le opinioni de' diversi geologi della Penisola.

Egli afferma che in Provenza, nel Drôme, la *terebratula diphya* trovasi costantemente nel terreno neocomiano inferiore e sovrapposta alla *gryphæa virgula*, e che nello stesso piano e con la medesima specie di terebratula, egli ha trovato nelle Basse Alpi gli *aptichi*, segnatamente quello da lui dedicato a Blainville. Trattandosi di osservazioni fatte in luoghi speciali, mi limito solo a citarle.

(1) Pasini, *Atti del Congresso di Pisa*, p. 107.

(2) Nella gita fatta alla valle dell'Adda la Sezione di Geologia osservava alcuni strati di calcare rosso marnoso interposti alla formazione cretacea, i quali aveano tutt'i caratteri mineralogici del calcare rosso ammonitifero; ma non contenevano fossili. Gli strati medesimi, e nella stessa posizione erano stati osservati in altri luoghi della Brianza dai geologi Lombardi. Può stare dunque che qualche volta sieno stati confusi questi calcari rossi cretacei con quelli giurassici per l'analogia del loro colore.

Tali sono le puddinghe ed arenarie rosse della provincia di Como, che abbiamo di sopra nominate; le anageniti e le puddinghe della valle della Corsaglia nell'appennino Ligure; le anageniti del Capo-Corvo nel golfo della Spezia e de' monti di Pisa (*verrucano* del Savi); e forse ai medesimi depositi sono da riferire il singolare conglomerato di Pentidattilo nell'Aspromonte in Calabria (1) e quello simile delle vicinanze di Taormina ne' monti Peloritani in Sicilia. In tutt' i quali luoghi presentano pressochè i medesimi caratteri mineralogici, e conservano la medesima posizione e si ligano colle famose puddinghe della Valorsina e con quelle della Tarentasia. Nessun fossile è stato finora in essi trovato che possa dar luce su la loro età. Però alcuni geologi, come il Sismonda, il Collegno, lo Studer, il Savi, gli considerano ligati al calcare giura-liassico ch' è ad essi sovrapposto, laddove altri, il Pareto, Pasini, Catullo, Filippi, Curioni, Guidoni, gli ritengono più antichi e probabilmente paralleli al terreno peneo e carbonifero. D' altra parte questi depositi sono intimamente connessi con grandi masse di scisti cristallini, i quali accrescono le loro dubbiezze. Conviene dunque aspettare che qualche nuovo fatto venga a sciogliere il nodo di tale importante questione (2).

(1) Il monte di Pentidattilo è uno dei luoghi più curiosi ch' io mi abbia veduto in Ca'abria. Esso è fatto di saldissimo conglomerato, composto di ciottoli di granito e di gneis e principalmente di una specie di protogino verdiccio che ha l' apparenza di un porfido: della qual roccia non mi è avvenuto di trovare masse in posto in tutto il paese vicino Quel monte poi alzasi sopra tutti gli altri che stanno d' intorno, i quali sono composti di micascisto e di fillade; tanto che vedesi la sua cima torreggiare come una guglia; ed è questa terminata con frastagli che rendono imagine di una palma di mano spiegata. E da tale accidente trae suo nome il paese che vi è sopra come appiccato, il quale perciò presenta un bellissimo esempio della sua origine greca.

(2) Senza il proposito di entrare in mezzo a questa controversia, piacemi di qui citare una osservazione che ad essa ha riguardo. Le Alpi

c) *Terreno triassico.*

Il lias segna veramente il termine inferiore e non controverso dei depositi stratificati d'Italia. I depositi a questi inferiori non si veggono per grandi tratti della Penisola, ovvero si osservano interamente trasformati e ridotti in forma di scisti cristallini. Non però di meno ci ha alcuni luoghi, dirò così, privilegiati del nostro suolo, dove occorre vedere parziali depositi, e bene distinti di terreni inferiori al lias. Fra questi è il calcare conchiglifero ed in generale il *trias* del Vicentino e della Carnia. Il quale terreno, oltre a quello che è stato descritto dai nostri colleghi dello Stato Veneto, ancora è stato riconosciuto da un gran numero di geologi stranieri. La formazione del *muschelkalk* è quivi contrassegnata dalla sua posizione e da vari fossili, e segnatamente dall' *encrinites moniliformis*, dalla *terebratula trigonella* e *communis*. Il Boué vi cita strati di corpi *alcionari* ridotti in istato di silice (1). La formazione dell'arenaria screziata sembra esservi bene indicata da impressioni di piante

Apuane sono il luogo più acconcio per vedere le relazioni del calcare giurassico e degli scisti cristallini sottoposti. Quivi al piede orientale del monte Altissimo, e propriamente là dove il torrente Crocicchio mette nell' alveo della Torrita, vedesi il calcare così saldato collo scisto talcoso, e con linea tanto distinta, che si può ritrarre un pezzo di pochi pollici fatto metà di calcare e metà di scisto; e, ciò che più rileva, vedesi la struttura scistosa della roccia inferiore continuata ancora nel calcare per la interposizione di lievissime lamine talcose in questo. Onde si deduce che le medesime condizioni nelle quali depositavasi lo scisto si continuarono nel deposito del calcare, e quindi che la formazione inferiore non fu separata dalla superiore da lungo periodo di tempo trascorso.

(1) *Guide du géol. voyag.* tom. II. *Terr. du muschelkalk.* A ciò è da aggiungere che il sig. Trattenero, zelante investigatore del suolo Vicentino, mandò al Congresso di Milano alcuni altri fossili grandiosi da lui trovati nel detto deposito; le forme de' quali erano di tal natura, che non si poterono da nessuno riconoscere.

appartenenti al genere *Voltzia*, e che sono, secondo Adolfo Brogniart, prossime alla *V. brevifolia*, il quale fossile è assai caratteristico dell'arenaria screziata ne' Vosgi (1). Queste formazioni, avvegnachè locali, sono veramente importantissime nella geologia Italiana, in quanto che possono dare molto lume sopra i depositi dubbiosi che si trovano sotto al *lias* nella nostra Penisola.

## §. V. TERRENI PRIMARI.

I terreni stratificati primari, o paleozoici sono rarissimi in Italia; anzi in nessun luogo della Penisola sono stati veramente ritrovati, ma sì in alcune isole ad essa appartenenti. L'illustre geologo che ci ha fatto conoscere la struttura fisica della Sardegna, ha osservato in quell'isola al di sotto del terreno giurassico, e d'alto in basso 1.° un terreno di antracite con impressioni di piante appartenenti in maniera evidentissima al periodo carbonifero: il sig. Ad. Brogniart che le ha esaminate vi ha riconosciuto le specie seguenti, alcune delle quali ridotte in istato talcoso.

*Pecopteris arborescens* (S. Étienne, Alais).
—— *dentata* (Anzin, Saarbruck).
—— *unita* (Saarbruck, Alais, S. Étienne).
—— *polymorpha* (Alais).
—— *Defrancii* (Saarbruck).
*Nevropteris*. Frammento indeterminato.
*Spœnophyllum dentatum* (Newcastle, Anzin).
*Annularia longifolia* (Valenciennes ec.)
*Asterophyllites tenuifolia* (Valenciennes ec.)
*Calamites Soukowii* (Newcastle ec.)

2.° un terreno silurio composto superiormente di un calcare grigio lamelloso con *ortocere, spiriferi, encrini*, ed inferiormente

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France*, tom. III. p. 341.

di scisti con *spiriferi* e *graftoliti*. Questi antichi depositi poggiano su gli scisti cristallini che formano l'asse dei monti di Sardegna. Ma il sig. La Marmora ha fatto osservare che il terreno silurio trovasi limitato alla parte occidentale dell'isola, ed è ordinato in direzione speciale, cioè dal N. O. al S. E.; ed oltre a ciò ha trovato che rassomiglia tanto al terreno silurio dell'Estremadura descritto da le Play, che dove le rocce ed i fossili de' due luoghi fossero insieme riuniti, non sarebbe affatto possibile di distinguergli: per ultimo è da notare che nell'una e nell' altra regione il terreno silurio trovasi presso a poco nella medesima latitudine, e nel prolungamento di una stessa linea. Questa posizione dei terreni paleozoici di Sardegna e la mancanza assoluta di essi in tutta la nostra Penisola, sembrano indicare che tali terreni appartengono più al continente della Spagna che a quello dell'Italia.

Nell' importantissimo lavoro sopra la Corsica che il Marchese Pareto ha presentato al Congresso di Milano, trovasi indicato un brano di terreno psammitico-filladico con combustibile fossile avente l'aspetto di antracite. Il quale terreno trovandosi alla parte occidentale dell' isola, cioè verso il golfo di Girolato e di Galeria, mostra di avere molta attenenza con quello di Sardegna.

E quì termina il confronto dei terreni stratificati d'Italia. Se non che per renderlo più compiuto, sarà bene di dire qualche cosa di particolare circa i contatti relativi delle loro serie diverse.

## §. VI. LINEE DI SEPARAZIONE DEI TERRENI STRATIFICATI ITALIANI.

Tutt' i terreni che abbiamo dinanzi discorsi non sono da uguali linee di divisione separati; ma alcuni appariscono bene distinti dai terreni contigui, altri con essi sono saldati. Cominceremo quest' esame dai terreni terziari.

Il nuovo pliocene non sembra essere in verun luogo distinto dal vecchio pliocene per discordanza di giacitura, ma solo per differenza di fossili. Anzi tutto il terreno pliocene ligasi in qualche parte anche col terreno quaternario recente. Così, per esempio, il Prof. Savi ha fatto vedere che l'arenaria recente di Antignano presso Livorno connettesi insensibilmente colla *panchina*, la quale forma la parte superiore de' depositi subappennini dell' agro Volterrano e Livornese.

La congiunzione del terreno subappennino col terreno terziario medio si fa diversamente nei vari luoghi d' Italia. Abbiamo detto superiormente come nelle vicinanze di Reggio i due depositi sono sovrapposti con linea discordante di stratificazione. Negli Abruzzi poi passano insensibilmente gli uni agli altri, secondo che si osserva nei monti del Teramano, i quali da Monte Corno si abbassano nell'Adriatico. Il Marchese Pareto ed il Prof. Sismonda ci fanno sapere che nei colli di Torino, in quelli della valle del Tanaro, vedonsi le molasse e le puddinghe terziarie medie inclinate, mentre le marne subappennine sono orizzontali. Queste differenze possono condurre a notevoli conseguenze circa i sollevamenti montuosi della nostra Penisola.

Quanto al terreno terziario inferiore, essendo esso limitato ad alcuni pochi luoghi dell' Italia superiore, non si conoscono le sue relazioni cogli altri terreni terziari più recenti.

Tutti conoscono le opinioni discordanti dei geologi circa il passaggio dei terreni terziari alla creta. Alcuni lo ammettono, molti lo negano. Il Prevost e l' Hoffmann affermano avere osservato questo passaggio in Sicilia. « I calcari terziari di Sicilia, » così dice il Prevost, « passano gli uni agli altri dalla creta *inclu-* « *sivamente* fino ai sedimenti che si depositano e si consolidano « al presente; e se in un luogo si vedono caratteri e soprappo- « sizioni che sembrano annunziare periodi bene distinti, in un « altro si trovano transizioni graduate. Così, movendo da Sira- « cusa a Pachino per Noto, si veggono i terreni terziari più

« moderni passare gradatamente alla creta; la quale transizione « si osserva ancora nelle vicinanze di Trapani ai piedi del monte « Erice » (1). L'Hoffmann poi così si esprime su tale proposito. « I due depositi terziari (il calcare e la marna azzurra) sono posti « allato e parallelamente l'uno all'altro; e passano ciascuno a suo « modo al suolo secondario; il calcare, come l'ha osservato Pre- « vost a Pachino, per mezzo di una marna calcarea cretacea, e « l'argilla azzurra, come a Girgenti, per via di rocce scistose ad « essa somiglianti, e nelle quali vengono tosto a comparire strati « calcarei a nummuliti ed ippuriti. Questa doppia congiunzione « del suolo secondario e terziario, seguita a dire l'illustre geolo- « go, è uno dei fatti più curiosi nella geologia della Sicilia, tanto « più che ci ha mescolanza de' fossili nel limite delle due forma- « zioni, e che il suolo terziario presenta i caratteri di un depo- « sito assai recente (2) ». In questa specie di terreno misto, se così vogliam dire, collocano i prelodati geologi i famosi depositi di zolfo e di gesso di Sicilia. Ma non è da tacere che il passaggio, onde si ragiona, è contradetto da altri geologi e segnatamente dal sig. di Pinteville. Il quale sostiene, che la marna bianca cretacea racchiudente depositi di gesso e zolfo è distinta dal calcare cretaceo a nummuliti ed ippuriti di Pachino, sopra il quale riposa, come diversa è dal terreno subappennino di Noto che la ricuopre: ed afferma aver ritrovato in essa fossili appartenenti tutti al periodo terziario, ed alcuni a specie ancora viventi; ond' ei giudica non potersi riporre più in basso del terreno pliocenico (3). Avendo diligentemente esaminati i fatti esposti dal sig. Pinteville nella sua giudiziosa nota, mi è sorto un dubbio nell' animo non quel contrastato deposito di gesso e di zolfo di Sicilia appartenga al terreno terziario medio Italiano. Le ragioni che m' inducono a ciò credere sono le seguenti.

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France,* tom. II. p. 404.
(2) *Bull.* sopra citato, tom. III. p. 175.
(3) *Bull. de la Soc. Géol. de France,* tom. XIV. pag. 546.

1.° Alcuni terreni miocenici d'Italia sono principalmente notevoli perchè contengono depositi di gesso, di zolfo, e di sal gemma. I famosi alabastri di Volterra, i gessi e zolfi di Sinigaglia e di Cesena, le moie o sorgenti salate del Volterrano hanno lor giacitura nel terreno terziario medio.

2.° La posizione della marna gessosa di Sicilia è precisamente quella del terreno terziario medio nel resto dell'Italia, come fanno vedere le figure date dal Pinteville nella nota succitata. E, che più importa, le relazioni di giacitura fra la marna gessosa ed il terreno subappennino è precisamente la stessa che si osserva in tutto il resto della Penisola e principalmente nella prossima Calabria; cioè vedesi il terreno miocenico dislogato ricoperto dal terreno subappennino in sua natural posizione (ved. il §. V di questa scrittura).

3.° I fossili sono rari nella marna cretacea Italiana, come rarissimi occorrono in tutto il terreno miocenico d'Italia. E quelli trovati dal Pinteville appartenendo a specie terziarie vengono ad avvalorare molto il mio dubbio.

4.° Finalmente i pesci fossili citati dall'Hoffmann e dal Lyell in detta marna, non sarebbero di acqua dolce, come quelli del terreno miocenico di Sinigaglia? E le impronte di foglie che gli accompagnano non apparterebbero mai a quelle piante dicotiledoni, che occorrono comunissime nel terreno terziario medio italiano? Io espongo quì tali miei dubbi, affinchè sieno tenuti presenti dai geologi che esamineranno di nuovo que' famosi terreni.

Ed io altresì non ho osservato mai una vera transizione de' terreni terziari ai cretacei in nessun punto del territorio napolitano di quà dal Faro; e, a quello io mi sappia, non è stata veduta da altri in tutto il resto della Penisola. Il Pasini cita un passaggio di questa natura presso Barbarano ne' colli Berici; ma in pari tempo afferma non essere bene preciso. Per questo rispetto intanto meritano di essere conosciute le relazioni del

terreno miocenico e del macigno a Caniparola nella Lunigiana. dove accade di vedere gli strati di questi due terreni che sono grandemente inclinati succedersi con tale concordanza di stratificazione, che sembrano far parte di un medesimo deposito. Nondimeno bastano a bene distinguergli la natura delle rocce, e gli avanzi organici che contengono. Si può dire dunque che intercede sempre una linea distinta di separazione tra' confini del terreno cretaceo e de' depositi terziari in Italia.

In generale poi, e secondo abbiamo detto di sopra, il terreno del macigno ha in tutta Italia una giacitura indipendente, ed è bene separato non pure dai terreni terziari, ma altresì dai diversi piani componenti il terreno cretaceo. Possiamo considerare come una eccezione veramente singolare la concordanza di questo terreno col calcare rosso ammonitifero nelle vicinanze di Indunno in Lombardia; e dianzi abbiamo veduto le false conseguenze a che questo fatto pareva condurre.

Movendo poi dal calcare nummulitico ed ippuritico e terminando al calcare liassico, tutti questi depositi formano una gran massa che non presenta linee di separazione, e però non è possibile dividerla per via di giunture discordanti. In qualche raro luogo, ch'io sappia, accade di vedere il contrario; così per esempio il Sismonda assicura che nel contado di Nizza il calcare neocomiano vedesi in giacitura discordante sul calcare giurassico (1). Ma il fatto più generale è quello che abbiamo detto di sopra. Ed allora l'unico mezzo che rimane per distinguere alcune delle sue parti sono i fossili, i quali in verità variano dai termini superiori agli inferiori di tutta la massa anzidetta. Abbiamo veduto che nelle parti superiori si trovano nummuliti ed ippuriti (Monte Gargano nelle Puglie, Fenez nel Bellunese), poi nerinee, acteonelle, *chama ammonia* e rudisti (calcare neo-

(1) *Osservazioni geologiche sulle Alpi marittime, e sugli Appennini Liguri*.

comiano napolitano), appresso pesci fossili ed ammoniti giurassiche ed encrini (Castellamare, Giffuni, Gran Sasso d'Italia, monti di Campiglia, monti Pisani, monti d'Erba nel Lago di Como), finalmente ammoniti liassiche (golfo della Spezia). Ma uopo è convenire che la *facies* generale di questo terreno calcareo indica ch'esso forma un deposito grande e continuo di basso in alto, sovrapposto quà e là in masse per lo più staccate sopra terreni scistosi cristallini, ovvero sopra depositi arenaceo-calcarei più antichi. Con questi caratteri si presenta in Sicilia, in Calabria, in Toscana, e coi caratteri medesimi occorre nelle Alpi meridionali ed ancora nelle settentrionali. Per modo che si può conchiudere che tra il deposito del lias e quello degli ultimi piani cretacei nel nostro paese non sono avvenuti sconvolgimenti nel suolo, ma solo cangiamenti nelle specie organiche per la lunghezza del periodo in cui tutta l'anzidetta massa calcarea fu depositata.

Tra il gran deposito calcareo dianzi mentovato e i depositi inferiori più antichi intercede quasi sempre una linea distintissima di separazione. La quale io ho avuto occasione di vedere costantemente in Sicilia, in Calabria, ed ancora in Toscana, e pare che la medesima circostanza sia stata osservata nelle Alpi dal maggior numero di geologi Italiani e Svizzeri. Nondimeno ci ha osservazioni di alcuni nostri valorosi colleghi, le quali sembrano provare una specie di passaggio ed amalgamazione tra gli strati calcarei liassici e quelli di scisti e puddinghe ad essi sottoposti. Così il Savi cita nelle Alpi Apuane le alternanze del calcare cristallino e del *verrucano* alla Bruggiana presso Massa Ducale, le alternanze medesime che si veggono al capo dell'Arco nell'isola d'Elba. Ma in verità in que' luoghi a me è sembrato vedere che gli strati calcarei subordinati agli scisti cristallini sono distinti dalle masse calcaree ad essi sovrapposte, e quanto ai caratteri mineralogici e quanto alla giacitura. Meno dubbiosi poi sono i fatti di tal natura citati da E. de Beaumont e da Si-

smonda a Petit-Coeur nelle Alpi di Savoja, dove hanno osservato il calcare a belemniti alternare cogli scisti antracitosi, i quali fatti non sono messi in dubbio nè pure da coloro che pensano l'un terreno essere dall'altro distinto.

Delle altre linee di separazione che possono occorrere ne' terreni stratificati inferiori non parleremo, essendo questi terreni poco bene distinti in Italia.

## ARTICOLO II.

### TERRENI METAMORFICI.

I terreni metamorfici d'Italia che si possono bene distinguere sono di tre sorte, cioè gli scisti del macigno e della creta, i marmi cristallini giura-liassici, e gli scisti inferiori al lias. Diciamo per sommi capi i fatti principali relativi a questi differenti depositi.

Il terreno più recente che in Italia vedesi modificato è il macigno. Le rocce che lo compongono sono dimandate in Toscana *galestri* e noi altresì con questo nome le dinoteremo. I galestri adunque sono composti di ftaniti, di marne diasproidi ed ancora di diaspri distintamente stratificati, gli strati dei quali si fanno notare ora per la loro colorazione in rosso traente al bruno, ora per il loro assottigliamento, ed ora infine per il modo singolare onde sono contorti. Io ho osservato questa formazione in due luoghi lontani d'Italia. Cioè nelle vicinanze di Lagonegro in provincia di Basilicata nel regno di Napoli, ed in Toscana. Nel primo luogo è composta principalmente di ftaniti stratificate e divisibili in prismi romboidali così perfetti che si potrebbero misurare col goniometro; ed è ragguardevole per ciò che forma monti ben alti ed estesi, e non lascia vedere masse plutoniche dall'azione delle quali le rocce che la compongono sono state modificate. Sembra dunque che la metamorfosi di quelle rocce

sia stata prodotta da una irradiazione speciale di calore terrestre, i cui avanzi sono indicati da alcune polle termali che spicciano nel paese d'intorno. Le ftaniti di che parliamo si veggono manifestamente soprapposte al calcare neocomiano. I galestri poi di Toscana e della Liguria danno origine a formazioni più circoscritte, e le loro intime relazioni coi famosi gabbri de' succitati paesi dimostrano che dall'azione di questi è stata prodotta la loro modificazione (1). A questa medesima formazione appartengono, come tutti sanno, le famose lavagne di Chiavari nel Genovesato. Il Marchese Pareto nel suo su citato lavoro sopra la Corsica ci ha fatto conoscere che una grande estensione di terreno scistoso cristallino di quell'isola vuolsi alla formazione cretacea riferire. Esso è composto in gran parte di steascisto con calcare cristallino; e fa insensibilmente passaggio a rocce di sedimento che contengono banchi di nummuliti simili a quelle delle Alpi. E si stende nel verso della lunghezza dell'isola dal Capo Corso nell'estremità settentrionale fino a Porto Pavone, e verso ponente infino a Belgodere e Corte.

Vengono appresso i calcari giura-liassici modificati in

(1) Ed ancora i galestri Toscani fanno nascere alcune dubbiezze incirca alla loro età. Sono essi generalmente riputati come rocce del macigno modificate; ma mi ricorda che allorquando gli esaminai la prima volta nella rupe del Volterrajo all'isola d'Elba, dove la loro formazione apparisce veramente cospicua, mi mostrarono una linea ricisa di separazione dagli strati di alberese che ad essi sono sovrapposti, e che sembrano come rigettati in fuora. La medesima distinzione vedesi tra' galestri e l'alberese di Monte Morello dalla parte del piano di Acona. Inoltre nel Forte del Falcone presso Portoferraio si veggono i galestri ligati ad un calcare rosso, che non ha l'apparenza dell'alberese, ma piuttosto di un calcare giurassico. Il sig. Coquand ha fatte le medesime osservazioni in quell'isola, e di più mi ha mostrato alcuni galestri delle vicinanze di Campiglia che tengono intimamente al calcare rosso ammonitifero. Per la qual cosa egli è disposto a credere che questi curiosi scisti di Toscana sono indipendenti dal macigno, ed appartengono più verisimilmente alla formazione giurassica. La quale opinione può stare che sarà verificata dalle osservazioni ulteriori.

marmi statuari. I quali essendo generalmente conosciuti mi dispensano dal parlare lungamente di essi. Farò solo osservare un accidente particolare di lor giacitura che merita di essere quì indicato. I calcari cristallini che fanno parte delle masse giura-liassiche sovrapposte agli scisti cristallini si veggono di grado in grado passare a calcari comuni, compatti ed anche cellulosi. Così, per esempio, i famosi marmi di Carrara come si avvicinano alla valle della Tecchia, si presentano in forma di calcare compatto, bruno, stratificato, fossilifero, il quale è al tutto simile al calcare comune appenninico. I marmi del monte Altissimo nelle Alpi Apuane passano insensibilmente ad un calcare grigio, celluloso, ad un vero *rauckwake*. Al contrario poi i calcari subordinati agli scisti cristallini hanno costantemente la grana cristallina anch' essi, e spesso assumono i caratteri del cipollino. In questa forma si presentano i calcari subordinati allo gneis nelle vicinanze di Roccaforte e di Olivadi in Calabria, quelli subordinati agli steascisti nell' isola d' Elba ed alla Bruggiana vicino Massa. Con ciò intendo dire che i due calcari, avvegnachè convengano talvolta nella loro natura cristallina, nondimeno si trovano in posizione diversa, e forse tengono ad età differenti.

Gli altri terreni che occorrono modificati in Italia sono quelli posti inferiormente al calcare giura-liassico. Noi abbiamo detto delle varie opinioni che corrono sopra quelle loro porzioni che non sono state metamorfosate. Quì diremo soltanto delle altre parti che si veggono convertite in scisti cristallini.

In Sicilia compariscono tali scisti nei monti Peloritani che discorrono tra Messina e l' Etna, e sono in forma di scisti, di micascisti, di filladi ed ancora di gneis. In Calabria occorrono nelle medesime forme; se non che quivi sono molto notevoli, perchè compongono l' asse principale dell'Appennino e presentano maggiori varietà. In forma di filladi e micascisti occorrono a S. Lorenzo, a Bagaladi in Calabria Ultra I, a Pazzano in Calabria Ultra II, in forma di ardesie e di micascisti danno origine

agli estesi monti di Carpenzano, di Scigliano in Calabria Citra. Ma più frequentemente assumono i caratteri dello gneis; l' alto gruppo dell'Aspromonte presso Reggio, i monti di Olivadi, di S. Vito, di Monteleone ec. sono composti in maggior parte di gneis, il quale in alcuni luoghi fa passaggio ad un vero granito.

Dalla Calabria bisogna passare in Toscana per ritrovare i medesimi scisti cristallini. I quali cominciano a comparire nei monti Pisani, in forma di filladi, di steascisti che si congiungono alle anagèniti e psammiti (*verrucano* del Savi). Nelle Alpi Apuane poi i loro caratteri dominanti sono quelli di steascisto: in nessun luogo gli ho veduti in forma di veri gneis.

Non entrerò a parlare delle varie forme onde queste rocce si presentano nelle Alpi Italiane, perchè dovrei ripetere cose già conosciute.

Chiuderemo questa rubrica facendo un piccol cenno dei periodi in cui le rocce metamorfiche Italiane sono state modificate. A me pare che si possano distinguere nel nostro paese i seguenti periodi metamorfici.

1.° Periodo posteriore al macigno ed alla creta. Dalla sua azione sono derivati i galestri Toscani e Napolitani, le lavagne del Genovesato ed i steascisti di Corsica. Le cause modificatrici sono state le eruzioni ofiolitiche, e forse ancora flussi speciali di calore terrestre.

2.° Periodo posteriore al calcare giura-liassico. Durante il quale furono prodotti i cangiamenti de' calcari comuni in marmi cristallini nelle Alpi Apuane. Non si conoscono le vere cause di queste alterazioni, se pure non vogliamo ravvisarle nelle azioni di alcuni filoni di Toscana, de' quali appresso diremo. I marmi di Carrara contengono in alcuni luoghi filoncini di ferro ossidolato, i quali, secondo che il Savi ha fatto vedere, si ligano con filoni della stessa natura che occorrono nella valle di Serravezza, e forse ancora ai filoni di ferro dell' Elba. Con ciò non si vuole già dire che l' azione circoscritta di questi filoni abbia cagionata

un' alterazione così estesa com' è quella de' marmi Apuani; egli è più verisimile che i filoni stessi sono stati prodotti dalla causa modificante generale; ma in ogni modo possiamo ritenere che i due ordini di fenomeni sono ligati fra loro. È intanto da osservare in queste dubbiose ricerche che l'alterazione delle rocce giura-liassiche delle Alpi Apuane non si è propagata nelle rocce vicine del macigno, laddove l'eruzione de' filoni ferriferi di Toscana sembra essere seguita in un periodo posteriore al deposito di queste rocce, secondo che appresso sarà detto.

3.° Periodo anteriore al calcare giura-liassico. In Calabria gli scisti cristallini, i quali sono stati interamente modificati, sostengono masse calcaree giura-liassiche che non si veggono in nessun punto convertite in marmi cristallini. Ciò che sembra dimostrare le alterazioni di quegli scisti essere state anteriori ai depositi giurassici.

4.° Periodo anteriore al terreno peneo. Il micascisto del Vicentino che sostiene i depositi penei e triassici inalterati, si può considerare modificato da azioni anteriori ai depositi anzidetti, e porge quindi l' esempio di azioni metamorfiche le più antiche che sono occorse nella nostra Penisola.

## ARTICOLO III.

### TERRENI ERUTTIVI.

L' Italia è il paese più celebre di Europa per rispetto ai terreni prodotti dal fuoco. I quali vi si mostrano in tutte le forme e con tutti gli accidenti possibili. Quindi se volessi quì dire solo sommariamente i loro caratteri, mi converrebbe escire dai limiti del presente lavoro. Lasciando però questo incarico ai descrittori delle contrade speciali della nostra Penisola, mi limiterò a parlare solamente dell'età diversa in cui questi terreni sono venuti fuora.

Non parlerò delle difficoltà alle quali va incontro questo genere di ricerche, perchè tutti le conoscono appieno. Nondimeno gioverà vedere in quale ordine più o meno approssimativamente sono comparse nella superficie del suolo italiano le rocce prodotte dai fuochi terrestri. Noi non potremo quest'ordine riconoscere se non esaminando le loro relazioni coi terreni stratificati.

Cominciando dalle serie meno antiche vengono primamente i Vulcani attivi, come quelli che sono tuttora in azione, avvegnachè alcuni di essi abbiano avuto forse una origine anteriore ad altre rocce vulcaniche che appresso esamineremo. Il Vulcano di Stromboli non contenendo rocce stratificate di nessuna sorta nè in posto, nè in pezzi rigettati, non ci porge nessun lume circa la sua prima apparizione. I prodotti del Vesuvio non mostrano nessuna relazione importante colle prossime rocce di sedimento; tuttavia tra' numerosi frantumi di queste rocce che si ritrovano ne' conglomerati del Vesuvio antico cioè del monte di Somma, io ne ho trovati certi che contengono conchiglie terziarie recentissime, alcune delle quali sono lacustri; ciò che sembra dimostrare essere quel Vulcano sorto posteriormente al periodo pliocenico recente: probabilmente ebbe sua origine nel seno di una baia o di un golfo, secondo che fanno credere le serpule e coralline che ho trovate aderenti alla superficie di certi tufi del monte di Somma, ed i piccoli mitili annidati in un frammento di dolomite di quella montagna (1). A tempi più antichi

(1) Le marne stratificate con fossili terziari recenti da me trovate nel *Fosso Grande* di Somma, potrebbero far credere che il Vesuvio antico avesse avuta sua origine innanzi al periodo pliocenico. Ma siccome le anzidette marne giacevano alla base de' conglomerati e delle altre materie vulcaniche che formano le pareti di quel fosso, si può dedurne ch' elle avessero preesistito a dette materie. Laonde questo fatto non si oppone a molti altri, che m' inducono a credere la nascita di quel Vulcano essere stata posteriore al periodo pliocenico recente (ved. *Bullet. de la Soc. Géol. de France,* tom. VIII. p. 199).

deve risalire la prima origine dell'Etna, perocchè le antiche sue lave veggonsi in alcuni luoghi (a Cifali) ricoverte dalle marne azzurre subappennine, le quali contengono frammenti delle lave sottoposte; argomento certissimo che quel Vulcano ebbe la sua origine anteriormente ai depositi pliocenici recenti di Sicilia.

Quanto ai Vulcani spenti d'Italia ei pare che abbian cominciato ad ardere in periodi diversi, ma presso a poco prossimi a quelli dei Vulcani attivi. Il Vulcano di Roccamonfina nella Campania pare fosse sorto presso a poco nel periodo alluviale antico, perocchè i suoi tufi si trovano in più luoghi sovrapposti a banchi di terreni alluviali di questo periodo. I Vulcani spenti dei Campi Flegrei hanno avuto loro origine innanzi ai depositi pliocenici recenti; ciò bene dimostrano i loro tufi stratificati, i quali contengono in più luoghi conchiglie di questo periodo (Ischia, Pozzuoli). Quanto al Vulcano del Vulture, il solo vulcano italiano che abbia bruciato nella gronda orientale dell'appennino, io non ho potuto riconoscere nessuno indizio della sua età; se non che i suoi prodotti ricoprendo il terreno subappennino mostrano che ha dovuto ardere dopo la formazione di quest'ultimo deposito. Nel medesimo caso sono i Vulcani del Lazio, i prodotti dei quali sono sovrapposti a' terreni subappennini, secondo che si osserva a Monte Mario presso Roma. D'altra parte a Monte Verde presso la medesima città sono stati trovati ossami di elefanti e teschi di *urus* in una sabbia calcarea soprapposta ai tufi vulcanici (1); in altri luoghi del Lazio, come a Viterbo, sono state ritratte ossa della stessa natura dai tufi anzidetti. Da ciò si deduce che i Vulcani di quella parte d'Italia cominciarono a bruciare posteriormente a' depositi subappennini, e innanzi o contemporaneamente al periodo alluviale antico. Presso a poco alla medesima età riferire si possono i curiosi vulcani estinti che il general La Marmora ci ha fatto conoscere

(1) Brocchi, *Conch. foss. subapp.*, tom. I. cap. II.

nella parte occidentale della Sardegna. In tempi più remoti poi arse il Vulcano di Radicofani, il quale fin presso alla sua cima è ricoperto da un mantello di terreno subappennino. Questo antico Vulcano è di molta importanza in Italia per quello riguarda la sua età e le sue relazioni co' Vulcani del Lazio, a' quali è molto vicino. In proposito di che piacemi fare le osservazioni seguenti. Innanzi tutto non si può dubitare che il monte di Radicofani non sia stato un vero Vulcano. Chiunque ha un poco di conoscenza de' prodotti vulcanici ravvisa subitamente nelle rocce su le quali è costrutto il castello di Radicofani delle vere lave, le quali hanno tutt' i caratteri delle tefrine. Ma tali lave sono al tutto diverse per la loro composizione mineralogica da quelle de' Vulcani del Lazio: le prime sono augitiche e feldispatiche; le seconde leucitiche. Inoltre le forme de' crateri onde le lave del Lazio scaturirono sono facili ad essere riconosciute, laddove non si riconosce più questa forma nella sommità del Vulcano di Radicofani. Ma ciò che più distingue l'antico Vulcano di che parliamo da quelli dello Stato Romano, sono le loro relazioni col terreno subappennino circostante. In tutto lo spazio occupato da' Vulcani di Bolsena, di Viterbo, di Bracciano, di Roma ec. il terreno subappennino è stato ricoperto ed occultato dalle materie da detti Vulcani rigettate, e solamente in qualche luogo, secondo che si disse innanzi, vedesi il terreno subappenino comparire al di sotto de' tufi e delle pozzolane. Al contrario il Vulcano di Radicofani è ricoperto quasi fin presso alla sua cima di un mantello di terreno subappennino, il quale mostra tutte le fattezze di un deposito modellato sopra una montagna preesistente. Se qualcuno fosse disposto a credere che il detto Vulcano avesse fatto sua eruzione a traverso al suolo subappennino, si risponde ciò essere contrario agli effetti ordinari che veggiamo prodotti dalle eruzioni vulcaniche. Le quali con le materie che rigettano sogliono ingombrare e ricoprire il suolo infino a molta distanza dintorno. Ciò che non si osserva nella

montagna di Radicofani, la quale presenta il terreno subappennino al tutto sgombro da materie vulcaniche, da pochi massi di lava in fuora che vi sono caduti dalla cima per effetto di naturale scoscendimento. Adunque la differenza di prodotti del Vulcano di Radicofani e di quelli del Lazio, e soprattutto le loro differenti relazioni col terreno subappennino, mostrano, a mio credere, chiaramente, che il primo arse innanzi al periodo subappennino ed ebbe certamente un origine sommarina, laddove gli altri scoppiarono posteriormente al deposito di detto terreno.

Passiamo ora ai terreni ignei di diversa natura. Nell'ordine che seguitiamo vengono prima i basalti del Val di Noto in Sicilia, i quali alternando col calcare terziario di quel paese mostrano di avere una origine contemporanea a questo: inoltre se il calcare anzidetto è della medesima età delle marne plioceniche recenti, secondo che afferma l' Hoffmann, ne seguirebbe che i basalti di quella contrada sono più moderni dei primi prodotti dell'Etna.

Succedono poi le trachiti di Toscana e dei monti Euganei. Il Prof. Savi ha osservato che le prime traversano i terreni terziari subappennini nel Volterrano ed in alcuni luoghi del Grossetano (1), e lo stesso fatto è stato verificato dal Marchese Pareto nei Monti Cimini (2). Il conte da Rio ed il Pasini hanno veduto la trachite degli Euganei non pure traversare la scaglia, ma anche il terreno terziario di que' monti (3). Alla medesima età si debbono probabilmente riferire le trachiti delle isole Ponze, le quali in certi punti hanno dislogato brani di un terreno terziario recentissimo. Ecco dunque che le trachiti che abbiamo citate mostrano di esser venute fuora posteriormente al Vulcano di Radicofani, e forse ancora dopo la nascita dell'Etna (4). Ad un

(1) *Memorie* ec. pag. 43 in nota.

(2) *Atti del Congresso di Padova,* p. 382.

(3) *Atti del Congresso di Firenze,* p. 179.

(4) Non avendo avuto occasione di esaminar bene le relazioni delle trachiti di Toscana col terreno subappennino, mi rimetto per questa parte.

periodo diverso sembrano appartenere le trachiti di Sardegna, secondo le notizie che ci ha comunicate il sig. La Marmora. Il quale ha osservato che in alcuni luoghi (tra il Ponte del Mulino di Gieve e la cantoniera di Bonorva) le parti inferiori del terreno subappennino sono occupate da depositi di conglomerato trachitico. Onde deducesi che le trachiti di quel paese sono sorte in un periodo anteriore al terreno subappennino: e siccome elle si trovano insieme coi terreni paleozoici ammassate nella parte occidentale dell'isola, ne seguita che quelle rocce fanno parte di un sistema diverso dalle trachiti Italiane.

I melafiri di Lugano furono in prima giudicati dal sig. de Buch assolutamente posteriori ai porfidi rossi quarziferi, perchè in alcuni luoghi sono separati da questi per mezzo dei loro tufi, i quali contengono rottami di porfido rosso. Inoltre avendo il prelodato geologo osservato che il conglomerato dell'arenaria rossa di S. Martino contiene ciottoli di porfido rosso e non già di porfido nero, e che i melafiri hanno dislogato e modificato tutti gli strati secondari, si avvisò la eruzione di questi essere seguita nel periodo terziario. Hoffmann invece e Studer hanno riguardato tanto i porfidi rossi che i neri di quel luogo come contemporanei, ed hanno creduto ch'essi vennero fuora innanzi al deposito dell'arenaria rossa (1). Questa specie di contraddizione riceve lume dagli accidenti che si osservano negli altri melafiri delle Alpi, e principalmente in quelli del Vicentino, secondo

alle osservazioni citate dai miei colleghi Marchese Pareto e Prof. Savi. Ma non debbo tacere che alcuni fatti comunicatimi dal sig. maggiore Charters su questo proposito, e da lui osservati nel Monte Amiata, mi lasciano qualche dubbio sopra la posteriorità delle trachiti Toscane al terreno subappennino. Il quale dubbio è aumentato da un altra considerazione, ciò è che sarebbe veramente cosa singolare che le trachiti del Monte Amiata, le quali si ligano a' porfidi ed a' graniti dell'Elba, sieno più recenti che le rocce vulcaniche del monte di Radicofani, con le quali si trovano quasi in contatto.

(1) *Bullett. de la Soc. Géol. de France,* tom. IV. p. 54 e 103.

che appresso sarà detto: onde si deduce che queste rocce vennero fuora in età diverse comprese tra il periodo dell'arenaria rossa e de' terreni terziari. Infatti il sig. de Buch ha posteriormente modificata la sua prima opinione circa l'età de' melafiri di Lugano, riconoscendo in quella contrada due eruzioni di dette rocce, una contemporanea de' porfidi rossi ed un altra molto più recente (1).

I melafiri di Predazzo nel Tirolo mostrano meglio che quelli di Lugano la loro posteriorità a' porfidi rossi, poichè non pure traversano questi, ma eziandio le arenarie rosse e le dolomiti giurassiche. D'altra parte Bertrand Geslin assicura di aver trovato ne' tufi di quella regione, che sono associati a' melafiri, delle conchiglie terziarie simili a quelle che occorrono nel Vicentino (2). Quindi ne seguita che l'apparizione di que' porfidi dovè seguire nel cominciamento del periodo terziario.

I graniti di Predazzo, cotanto famosi per le descrizioni che ne ha date il conte Marzari Pencati, sono contemporanei de' melafiri di sopra descritti? Ciò sembra pienamente dimostrato dalla congiunzione che tutt'i geologi hanno scorta tra quelle due spezie di rocce.

Di età molto recente sono ancora i graniti dell'Elba, i quali si veggono iniettati in forma di dighe nel calcare del macigno e nelle ofioliti. È intanto da osservare che i graniti di quell'isola ed i porfidi quarziferi che gli accompagnano si ligano intimamente colle trachiti di Campiglia e di altri luoghi della Maremma, le quali sono anch'esse associate a porfidi quarziferi. Per modo che se queste rocce differiscono mineralogicamente non sono già diverse sotto il rispetto geologico, e fanno credere che sono state il prodotto di eruzioni contemporanee. Ed avendo noi veduto che le trachiti di Maremma sono posteriori ai depo-

(1) *Bullett.* su citato, tom. VI. p. XXXIX.
(2) *Bullett.* anzidetto, tom. VI. p. XL.

siti subappennini, ne verrebbe per conseguenza che anche i graniti dell'Elba hanno la medesima età (1).

I graniti poi di Calabria sono manifestamente posteriori ai terreni terziari medi e anteriori ai depositi subappennini; poichè abbiamo veduto che nel vallone di Valanidi presso Reggio la posizione relativa di questi due depositi addossati al granito-gneis è tale che conduce naturalmente a questa conchiusione. In quella regione ovunque trovasi terreno terziario medio in contatto coi graniti, quello è costantemente dislogato ed ancora alterato; ciò vedesi principalmente nelle vicinanze di Gerace.

Comparando i graniti di Calabria con quelli dell'Elba, che sono le principali rocce di questa natura della nostra Penisola, trovo tra essi queste differenze, che i primi non si veggono mai iniettati nelle rocce di sedimento che vi stanno soprapposte, ma traversano solo le rocce scistose cristalline, con le quali sono connessi; ed inoltre essi hanno dislogato gli strati che giungono infino al terreno miocenico, lasciando intatti quelli pliocenici; onde si argomenta che furono sollevati in istato solido dopo il periodo miocenico. Laddove i graniti dell'Elba traversando in forma di dighe le rocce di sedimento sovrapposte (l'alberese ed il macigno) e racchiudendo ancora frammenti di queste rocce, mostrano che furono sollevati in forma pastosa.

Più antichi de' graniti anzidetti si debbon riputare i basalti del Vicentino, secondo che ci fanno credere le loro alternanze cogli strati terziari eocenici, le quali alternanze dimostrano l'origine contemporanea di quelle rocce basaltiche e delle terziarie inferiori.

Assai preciso è il periodo in cui seguirono in Italia le eruzioni delle ofioliti e degli altri gabbri Toscani e della Liguria. Queste rocce traversano frequentemente la formazione del

(1) Rispetto a questa conchiusione mi rimetto a quanto ho detto nella nota a pag. 104.

macigno, gli strati del quale ne sono grandemente dislogati e modificati. Ne' conglomerati di questa formazione non avviene mai di trovare rottami di gabbri; all'incontro molti se ne trovano ne' conglomerati del terreno terziario medio. Dai quali fatti si deduce chiaramente che le ofioliti e gli altri gabbri Toscani e Liguri hanno fatto la loro eruzione posteriormente al terreno etrurio ed innanzi al deposito del terreno terziario.

L' Hoffmann distingue in Sicilia i basalti del Val di Noto dai melafiri del Capo Passero. I primi, secondo che abbiamo veduto, sono contemporanei ai calcari terziari recenti. I secondi, al dire del prelodato geologo, sono anteriori al calcare cretaceo ad ippuriti; perciocchè le relazioni di giacitura di questo co' melafiri mostrano che gli strati secondari a rudisti i più recenti non sono stati depositati se non dopo lo sbocco di tali masse ignee. A' melafiri del Capo Passero ravvicina l'Hoffmann quelli di Cattolica vicino Girgenti e di Contessa tra Palermo e Sciacca; se non che egli afferma che in questi ultimi luoghi *riposano sopra gli strati secondari più recenti*; e crede che dalla eruzione di queste rocce sia dirivata l'abbondante formazione di zolfo, di gesso e di sale in Sicilia (1). Ora ognun può vedere che in queste osservazioni dell'Hoffmann ci ha contraddizione; poichè i melafiri del Capo Passero sono, secondo lui, anteriori alle rocce cretacee più recenti, e quelli di Cattolica e di Contessa riposando su queste rocce dinotano di essere posteriori alle medesime. Quindi o i melafiri di Capo Passero non sono contemporanei con quelli di Cattolica e di Contessa, ovvero i primi sono di un periodo più recente. Quest'ultima opinione rendesi ancora più probabile per quello si asserisce dal Prevost, cioè che il calcare cretaceo del Capo Passero comparisce evidentemente modificato nel contatto con la roccia ignea (2). Ancora se i depositi di zolfo

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France,* tom. III. pag. 177.
(2) *Bull.* cit. tom. 2. della II. ser. p. 27.

e gesso di Sicilia traggono origine dai gas che accompagnarono la eruzione de' melafiri, che è molto probabile, e se d'altra parte si verifica la opinione che questi depositi hanno stanza in un terreno terziario medio, si viene a conchiudere che le antiche rocce eruttive di Sicilia sono più recenti di quello si credea dall'Hoffmann, e forse sono contemporanee a' melafiri delle Alpi. E probabilmente ancora il raddrizzamento delle marne a zolfo e gesso di quell'isola, che seguì anteriormente a' depositi terziari pliocenici, fu effetto dell'eruzioni de' melafiri anzidetti.

Il sig. de Buch è d'avviso che i graniti e porfidi rossi di Lugano sono anteriori alle formazioni dell' arenaria rossa e del calcare giurassico che ad essa è sovrapposto; perchè il conglomerato il quale separa il micascisto dalla dolomite a S. Martino contiene rottami di porfido rosso quarzifero. Forse ancora a questa medesima età voglionsi riferire le masse granitiche delle vicinanze di Saona nella Liguria e quelle che sono tanto estese in Corsica. Le quali dal Marchese Pareto sono giudicate assolutamente anteriori alle ofioliti, e però diverse dai graniti di Calabria e di Toscana.

Finalmente tra le rocce eruttive più antiche d'Italia dobbiamo riporre ancora i porfidi pirossenici del Vicentino. Riferisce il Bouè che nel Val di Prak vicino a Recoaro vedesi una massa di melafiro riposare sopra lo steascisto, ed essere ricoverta da strati orizzontali di un arenaria grossiere con ciottoli di quarzo e di melafiro, i quali strati si trovano alla base del trias di quella regione. Questo fatto dimostra che la massa di melafiro di sopra citata fu prodotta innanzi al deposito degli strati triassici. All' incontro il medesimo geologo cita nel Val Retassene presso il paese anzidetto de' porfidi pirossenici che traversano la formazione giurassica ed hanno variamente alterate le rocce di questa formazione e della scaglia cretacea, e per tali ragioni ritiene que' melafiri come terziari (1). Ecco dunque una

(1) *Bull.* cit., tom. III. p. 340 e segg.

pruova evidente che in una medesima regione una roccia medesima ha fatto eruzione in periodi diversi: ciò che fortifica l'opinione del sig. de Buch espressa di sopra.

Quando si comparano le relazioni geologiche de' porfidi rossi e neri di Lugano, del Tirolo e del Vicentino, si veggono non pure concordare insieme in ogni lor parte, ma eziandio mostrare un analogia perfettissima con le medesime rocce che occorrono nel dipartimento del Var in Francia, delle quali E. de Beaumont ha fatto una descrizione molto importante (1). Onde non pure si deduce che l'eruzioni di tali rocce seguirono in periodi successivi conformi, e cogli stessi accidenti, ma eziandio che le arenarie rosse, alle quali i porfidi si trovano costantemente associati nelle anzidette regioni, appartengono verisimilmente all'arenaria screziata, alla quale si riferiscono senza nessun dubbio le arenarie dell'Esterel, e del Vicentino.

Ei pare che queste sieno le principali serie cronologiche di rocce eruttive che si possono distinguere nella nostra Penisola. Forse altre ce ne sarà, che a me non son conosciute, e sulle quali potranno dare schiarimento i nostri colleghi. Sarebbe poi importante di sapere se nell'Appennino, o nelle Alpi alcuna roccia di questa natura sia stata riconosciuta, la quale si possa certamente ritenere come anteriore ai più antichi depositi stratificati del nostro paese. La quale ricerca è assai curiosa, trattandosi di conoscere la roccia, dirò così, primordiale, la quale ha servito di sostegno ai più antichi depositi di sedimento.

## ARTICOLO IV.

### FILONI.

Le fenditure che occorrono negli strati minerali, e le materie che le riempiono sono soggetto importantissimo della

(1) *Explication de la Carte Géologique de la France,* tom. I. ch. VI.

nostra scienza, non pure per le ricchezze che da tali materie l'uomo ritrae, ma eziandio perchè gli accidenti che le accompagnano spandono assai lume sopra le rivoluzioni passate del globo. Vediamo dunque ciò che è da osservare su questo proposito nel suolo italiano. E innanzi tutto distinguiamo colla comune dei geologi due sorte di filoni, cioè le *dighe eruttive* e i filoni *metalliferi*.

Io non ho veduto nessun filone metallifero nel regno di Napoli, nè so che altri ne abbia osservati in Sicilia. Quanto poi alle dighe di rocce eruttive, senza parlare di quelle che occorrono nei vulcani e specialmente delle famosissime di Val di Bove nell'Etna e del Monte di Somma nel Vesuvio, mentoverò soltanto le dighe granitiche che ho osservate in Calabria. Nelle vicinanze di Reggio incontra vedere delle dighe di questa natura, le quali traversano lo gneis: si osservano lungo la strada regia che da S. Giovanni conduce a Scilla e nel torrente di Valanidi. Altre dighe di granito, e molto distinte ho ravvisato nelle vicinanze di Catanzaro nel cominciamento della strada che conduce a Tiriolo, dove traversano un terreno misto composto di gneis, secondo dissi dinanzi, e di calcare stratificato. Ma non mi è mai avvenuto di vedere queste dighe iniettate nelle formazioni giura-liassiche e mioceniche, le quali soventi trovansi soprapposte al granito.

Ma il paese più classico d'Italia per rispetto ai filoni è la Toscana. Dove occorre di vederne di ambe le sorte innanzi distinte, e con accidenti assai curiosi. Il Prof. Savi ha fatto conoscere tutte le particolarità che gli rendono notevoli, e giova riepilogarle in questo luogo.

Occorrono i filoni di Toscana in quella diramazione dell'appennino che forma le Alpi Apuane, e che stendendosi lungo al Tirreno arriva infino al capo Argentaro, compresovi il piccolo arcipelago Toscano. La quale diramazione è stata perciò dal Savi chiamata *catena metallifera*.

I filoni metalliferi sono di più sorte. I seguenti sono i principali.

1.° *Filoni di cinabro.* — Sono piccoli filoncini iniettati nello steascisto di Seravezza.

2.° *Filoni di galena, blenda, baritina.* — Traversano i steascisti, le quarziti inferiori al calcare giurassico, e si prolungano fino in questo calcare, secondo che mostrano i filoni di Val di Castello nelle Alpi Apuane. I filoni del Bottino nella valle di Seravezza, e nel Massetano sono ancora di questo novero.

3.° *Filoni cupriferi.* — Sono famosissimi per la ricchezza che alcuni di essi danno, avvegnachè non siasi cominciato a lavorargli con profitto che da picciol tempo in quà. Si trovano incassati nelle ofioliti e ne' gabbri, insieme con le quali rocce sembrano essere venuti fuora. I ricchi filoni di Montecatini, di Monte Vaso, di Monte Castelli, i quali hanno dato origine ad operazioni industriali assai attive, sono i principali che vogliono quì essere indicati.

Tra' filoni eruttivi si possono noverare i seguenti.

1.° *Filoni di ferro.* — I principali sono quelli dell'Elba, i quali piuttosto che filoni formano grandi masse eruttive. Ce ne ha di due sorte; di ferro oligisto e di ferro ossidolato. I primi traversano il *verrucano* (filoni di Rio, del Capo Pero), gli altri il calcare forse cretaceo (filoni del Capo Calamita, della Punta Rossa). È osservabile la direzione parallela dei filoni di ferro dell'Elba; essi sono diretti presso a poco nel senso del meridiano. Sono da comprendere ancora fra questi filoni quelli di ferro ossidolato di Val di Castello che traversano il calcare giurassico; e le iniezioni di questa medesima sostanza metallica ne' marmi di Seravezza e di Carrara. E quì non sarà fuor di proposito indicare una particolarità curiosa relativa a' detti filoni di Toscana. De' quali quelli che traversano gli scisti cristallini sono composti unicamente di ferro oligisto, e quelli che trovansi iniettati nel calcare son fatti di ferro ossidolato.

Ciò si vede bene nell'isola d'Elba, dove i filoni di Rio e del capo Pero che occorrono nel primo caso, presentano soltanto una massa di ferro oligisto; ed i filoni del capo Calamita e della Punta Rossa che mostrano il secondo esempio, sono composti di ferro ossidolato. Di più il filone di Rio si termina in vicinanza di una massa calcarea, e quando con questa è in contatto vedesi trasformato in ferro ossidolato. Abbiamo già detto che il filone di Val di Castello ed i filoncini che traversano il marmo di Carrara sono magnetici. Ei pare dunque che il calcare abbia avuta qualche azione nel ridurre la materia del ferro alla condizione di ossido salino magnetico. Limitando a tal segno la mia osservazione esprimo il desiderio che i chimici chiariscano questo punto di loro scienza.

2.° *Filoni di pirosseno e d'ilvaite*. Contemporanei ai filoni di ferro sono certamente quelli di pirosseno ed ilvaite che occorrono nella marina di Rio nell'isola d'Elba, e nelle vicinanze di Campiglia in Maremma. In entrambi i quali luoghi traversano il calcare e presentano fatti curiosissimi di amalgamazione con questa roccia, i quali danno molti lumi circa la origine e produzione delle sostanze minerali onde sono composti.

3.° *Dighe granitiche*. Finalmente vengono le dighe granitiche che occorrono in molti luoghi dell'isola d'Elba, e danno origine ad accidenti svariati e moltissimo osservabili. Le quali dighe si veggono iniettate in tutte le rocce che si trovano in quell'isola; nel *verrucano* (Longone, punta di Focardo), nel calcare alberese (Enfola), nella ofiolite (S. Pietro in Campo). Quest'ultimo fatto, cioè la iniezione del granito nella ofiolite, prova evidentemente essere l'origine della prima roccia posteriore alla seconda.

Tutti questi filoni che si trovano in Toscana sono di origine contemporanea, ovvero di età differente? Io inclino a credere col Savi e coll'Hoffmann ch'essi sono tutti contemporanei, e che furono prodotti nel tempo dell'eruzione dei graniti dell'Elba. I

quali graniti vennero fuora soltanto nel piccolo arcipelago Toscano, e non giunsero a traversare tutto il suolo nel continente vicino, ma su esso propagarono la loro azione, producendovi diverse sorte d'iniezioni; ed oltre a ciò diedero probabilmente origine a tutte quelle modificazioni che le rocce secondarie stratificate presentano dalle Alpi Apuane fino al capo Argentaro (1).

De' filoni che s'incontrano nelle Alpi italiane non posso qui ragionare, non avendo di essi compiuta conoscenza. I nostri colleghi potranno farci conoscere le loro rispettive particolarità.

## ARTICOLO V.

### LINEE DI SOLLEVAMENTO CHE SI POSSONO DISTINGUERE NEI RILIEVI MONTUOSI ITALIANI.

In quest'ultima rubrica io prendo a trattare della parte più astrusa della geologia italiana, come in generale questo è uno dei soggetti più difficili della nostra scienza. Di poi che l'E. de Beaumont ebbe con tanta sagacia stabilite le vere norme per riconoscere gli slogamenti avvenuti nella corteccia terrestre, ed i periodi diversi in che questi seguirono, la maggior parte dei geologi hanno seguitate le orme dell'illustre francese, e si sono ingegnati di applicare le sue dottrine in diverse parti del globo. Ma questo genere di ricerche è per sua natura molto astruso, e conviene in esso procedere, come dicesi, col *calzare di piombo,*

(1) Il mio amico sig. Coquand mi ha fatto vedere a Campiglia alcuni pezzi ritratti dal magnifico filone pirossenico che traversa quivi il calcare giurassico, i quali pezzi mostrano il passaggio della roccia pirossenica verde ad una eurite bianchiccia simile a quella che sorge in massa anche a traverso al calcare dei monti circostanti, e ch'è certamente contemporanea alle euriti, ai porfidi e graniti dell'Elba. Ciò che prova evidentemente l'origine contemporanea dei filoni metalliferi e delle rocce granitiche di Toscana.

se vogliamo che le nostre conoscenze su tal soggetto sieno lontano dal vago e dall'arbitrario, ed abbiano quella precisione che deve sempre esser presa a norma in tutte le ricerche naturali.

Ciò premesso, e volendo avvicinarci quanto più è possibile alla verità nel seguente esame, pognamo innanzi tutto la seguente questione. L'Appennino e le Alpi, che formano i due principali rilievi montuosi d'Italia, furono prodotti ciascuno da un sollevamento unico, ovvero da più operazioni di questa sorte ripetute?

Esaminiamo la questione primamente nell'Appennino. Non si può dubitare che questa giogaia, a differenza delle Alpi e de' Pirenei, ha un andamento intrigato e tortuoso; nondimeno se pognamo mente alle direzioni che ella seguita dall'un capo all'altro della Penisola, certamente si possono distinguere diverse sue *orientazioni* precise. Per non mentovare che le principali e le più rilevanti, indicheremo 1.° la porzione che si prolunga dal colle di Tenda infino a Genova la quale ha una direzione media S. O. al N. E.; 2.° la linea che si stende da Parma a Firenze nella quale a me sembra potersi distinguere due direzioni bene spiccate, quella cioè principale dell'Appennino che corre dall'O. N. O. all'E. N. E. e stendesi propriamente da Parma a Firenze, e poi l'altra delle Alpi Apuane la quale è diretta dal N. N. O. al S. S. E.; queste due ramificazioni hanno non solo una direzione distinta, ma anche una struttura geologica diversa: la prima è composta quasi intieramente di macigno, la seconda in massima parte di scisti cristallini e di calcare giura-liassico, ed è quella indicata dal Savi col nome di *catena metallifera* di Toscana; 3.° da Firenze infino al cominciamento della Calabria l'Appennino discorre con direzioni confuse e serpeggianti; la sua orientazione media è dal N. N. O. al S. S. E., se non che accade di rilevarvi alcune branche con direzioni bene rilevate: tali sono nelle Puglie il Monte Gargano che si prolunga quasi

dall'O. all'E. e la piccola catena delle Murge diretta dall'O. N. O. all'E. S. E. parallelamente alla linea tra Parma e Firenze; 4.° dal principio infino al termine delle Calabrie si notano due linee di direzioni diverse, una che prende da Castrovillari a Nicastro, la quale corre dal N. N. O. al S. S. E., e l'altra che va dal N. N. E. al S. S. O. e forma l'asse principale e bene distinto dell'appennino, che da Catanzaro si prolunga fino al termine della Penisola.

Se dal continente Italiano passiamo alle isole principali, vedremo ancora ne' loro rilievi alcuni allineamenti distinti. In Sicilia si possono indicare due linee ricise, cioè quella dei monti Peloritani, che discorrono da Messina fino alle basi orientali dell'Etna con direzione parallela all'appennino dell'ultima Calabria, di cui sono un vero prolungamento, e l'altra dei monti settentrionali dell'isola, che hanno una direzione parallela a quella delle Alpi orientali. Quanto ai gioghi della Corsica, il M. Pareto vi distingue due ordini di rilievi, uno generale nella direzione del meridiano, ed un altro più occidentale e più circoscritto diretto dall'O. S. O. all'E. N. E. Le quali direzioni sono state ancora riconosciute dal Generale La Marmora in Sardegna: dove oltre alla direzione N. — S. che si riscontra in tutta la lunghezza dell'isola, ci ha quella N. N. O. — S. S. E. molto distinta nella parte settentrionale; la quale direzione sembra scomparire verso la metà dell'isola, ove all'opposto si ravvisa una direzione in senso contrario, cioè dal S. S. O. al N. N. E.

Ma queste differenze di direzione che si osservano nelle varie parti dell'appennino rispondono mai a tante epoche diverse di sollevamento? Ecco una questione molto dubbiosa. Egli è pur vero che uno dei principali caratteri che distingue i sollevamenti diversi delle montagne è la diversità delle loro direzioni; ma è certo altresì che non possiamo sempre ed unicamente a questo carattere affidarci per distinguere le diverse età delle giogaie montuose; perocchè, oltre a quello che alcuni si-

stemi diversi hanno la medesima direzione, si comprende di leggieri che ne' grandi sollevamenti montuosi ci hanno potuto essere delle ramificazioni secondarie, le quali hanno deviato dalla direzione principale, e questo potrebb' essere bene il caso dell'Appennino. Per uscire da queste dubbiezze proseguiremo il nostro esame, combinando le direzioni generali degli strati coll'altra norma che ci conduce più sicuramente a chiarire questo importantissimo argomento di geologia Italiana, intendo dire colle linee di discordanza che si osservano nei terreni stratificati disposti lungo l'asse dell'Appennino, e nelle sue diverse ramificazioni.

Quanto all'appennino della Liguria occidentale, il M. Pareto (1) ed il Prof. Sismonda (2) ci assicurano che vi si possono distinguere diverse linee di sollevamento. Per esempio, i calcari secondari delle vicinanze di Casale e del Tortonese accennano sovente la direzione Pirenaica, cioè O. N. O. — E. S. E. Il terreno terziario medio di quell'appennino apparisce costantemente dislogato e ridotto a grande altezza, laddove i terreni subappennini si mostrano nella loro originaria posizione: inoltre le molasse mioceniche di Tortona e della val di Bormida sembrano dirette nella linea del S. S. O., cioè verticalmente alla direzione dell'Appennino, e parallelamente a quella delle Alpi occidentali; e coincidono coll' allineamento delle ofioliti che sono all' occidente di Genova. Onde l'E. de Beaumont è indotto ad attribuire all'apparizione di queste rocce il rilievo della più gran parte dell'appennino Ligure, il quale ci ravvicina al sistema delle Alpi occidentali (3). Finalmente i sopra citati geologi at-

(1) *Sopra alcune alternative di strati marini e fluviatili ne' colli subappennini.*

(2) *Osservazioni sui terreni delle formazioni terziaria e cretacea in Piemonte.*

(3) *Mém. sur la direction et l'âge relatif des montagnes serpentineuse de la Ligurie* (Bull. de la Soc. Géol. de France, tom. I. p. 64).

tribuiscono alla rivoluzione che cagionò il sollevamento delle Alpi orientali la emersione del terreno subappennino dell'Astigiano, e la sua inclinazione in qualche punto.

Venendo ora alla porzione dell'appennino compresa tra Parma e Firenze, io non conosco accidenti di stratificazione, o altri caratteri geologici che possano attestare l'epoca precisa del suo sollevamento. E. de Beaumont la considera prodotta dal medesimo movimento del suolo che diede origine alla catena dei Pirenei, poggiandosi unicamente sopra il parallelismo di direzione di queste due giogaie. Quanto poi all'altra porzione che dà origine alle Alpi Apuane ed a tutta la catena metallifera Toscana, sappiamo con certezza ch'ella è posteriore al deposito del terreno terziario medio, perchè cominciando da Caniparola nella Lunigiana e proseguendo in tutta la Maremma Toscana questo terreno trovasi grandemente dislogato. Non è poi così facile di sapere se lo spostamento che diede origine a quei monti fu anteriore o posteriore al terreno terziario subappennino. Il Prof. Savi ha affermato ch'esso fu posteriore al tempo in cui viveano i mammiferi, i cui avanzi si trovano nelle brecce ossifere dei monti Pisani; perocchè ei considera tali brecce come prodotte dallo sconvolgimento che diede origine alle Alpi Apuane, onde deduce che la età di detti monti è posteriore ai depositi terziari subappennini (1). Ma in verità questa opinione non mi sembra libera da ogni dubbio, potendo bene essere che la origine di quelle brecce sia posteriore al sollevamento dei monti che le rinserrano, e ch'elle abbiano riempiuto delle fenditure già preesistenti.

Trovandomi a parlare de' rilievi di Toscana, non vo' passar sotto silenzio alcuni accidenti che ho cominciato a notare in essi, ciò è, che la stratificazione del macigno mostrasi per lo più dislogata nella direzione del N. N. E. al S. S. O. laddove

(1) *Memorie per servire alla costituzione fisica della Toscana*, pag. 59.

gli strati delle anageniti e de' scisti cristallini delle Alpi Apuane sono disposti quasi sempre nella linea N. N. O. — S. S. E. La prima direzione coincide con quella del macigno della Liguria, e sembra tenere al sistema delle Alpi occidentali. La seconda non saprei paragonarla a nessuna linea di slogamento ben conosciuta in Europa; perocchè alla direzione che ho indicata va congiunto un indizio di raddrizzamento posteriore al terreno miocenico. Questa mia osservazione pertanto ha bisogno ancora di essere più generalmente confermata.

La porzione dell'Appennino che dalla Romagna si prolunga fino al cominciamento della Calabria è molto sparpagliata perchè possiamo conoscere con precisione la sua età. Nondimeno nell'Abruzzo Teramano io ho osservato che i terreni terziari medi, i quali si appoggiano all'asse dell'appennino, che in quel luogo della Penisola aggiunge alla sua maggiore altezza, non pure è grandemente dislogato, ma eziandio passa insensibilmente al terreno subappennino, per guisa che tra il deposito di quello e di questo sembra non essere avvenuto nessuno slogamento che abbia interrotta la loro continuità; onde arguisco che quel rilievo diretto verso N. N. O. ha potuto essere posteriore al deposito subappennino. Non parlo delle fratture che hanno dato origine al monte Gargano ed alle Murge nelle Puglie, considerando questi rilievi come accidentali e secondari.

L'ultima porzione dell'Appennino continentale, quella che scorre in Calabria, porge forse i caratteri più sicuri che ci attestano la sua età; perocchè ella discorre non pure con una direzione bene allineata; ma ancora presenta linee di discordanza molto precise. Le quali, secondo che si disse in altra parte di questo scritto, si veggono principalmente nel gruppo dell'Aspromonte presso a Reggio, e riguardano le posizioni relative del terreno terziario medio e del subappennino, che si appoggiano alle rocce cristalline di quelle montagne. Il primo di questi terreni essendo grandemente dislogato e sostenendo

l'altro in sua natural giacitura dimostra con piena evidenza che il sollevamento di quel braccio dell'Appennino seguì nel periodo intermedio ai due terreni terziari dianzi nominati.

In Sicilia pare che le due linee di rilievi che vi abbiamo notate corrispondano a due sollevamenti diversi. I monti Peloritani debbono essere certamente sorti nella medesima frattura di suolo che produsse i monti della Calabria meridionale, dei quali sono una vera continuazione. Il sig. de Buch comunicò nel Congresso di Milano alcune sue idee molto giudiziose circa le relazioni dei monti Peloritani in Sicilia ed il gruppo dell'Aspromonte in Calabria. Dalle quali si deduceva che la valle la quale divide la Sicilia dalla Calabria fu l'effetto di una frattura con ispostamento laterale di parti seguìto nell'atto del sollevamento, al quale fatto ei ligava alcuni accidenti particolari che si notano in Sicilia nella prolungazione della linea di dislogamento dinanzi mentovata. E così argomentava che la Sicilia non era stata mai unita alla vicina Calabria, secondo che generalmente si crede (1). La grande catena poi che scorre lungo la costa settentrionale di quell'isola dev'essere stata sollevata in epoche posteriori, perocchè nella punta di Melazzo io ho visto il calcare pliocene recente di Sicilia manifestamente raddrizzato; e d'altra parte Christie osservando la disposizione delle caverne ossifere delle vicinanze di Palermo ha dedotto che quel sollevamento dovè seguire alla fine del periodo, durante il quale gli elefanti, gl'ippopotami ed altri animali che contrassegnano il periodo terziario vivevano in Europa. Onde viene confermata l'opinione di E. de Beaumont, il quale considera quella giogaia sorta nella medesima frattura di suolo che diede origine alla catena principale delle Alpi.

Quanto all'età dei rilievi di Corsica e di Sardegna io non entrerò quì a ragionarne. Tutti conoscono che E. de Beaumont

(1) Ved. *Diario del Congresso di Milano,* num. 9.

gli fa derivare da un sistema particolare di fratture seguìto tra il periodo terziario eocene e miocene. Il Marchese Pareto ed il sig. La Marmora, che hanno studiata la struttura fisica di quelle isole, ci fanno sapere che oltre alla linea principale di frattura indicata da E. de Beaumont, altre ce ne ha di minore estensione, corrispondenti agli allineamenti di sopra nominati. Ed il Marchese Pareto è di avviso che il sistema O. N. O. — E. N. E. di Corsica, originato probabilmente dall'apparizione delle masse dioritiche che traversano il granito, sia piuttosto posteriore che anteriore al sistema N. — S. che da altri erasi creduto più recente.

Queste sono le principali conclusioni, alle quali i fatti osservati circa l'età de' sollevamenti appenninici ci conducono. Nondimeno io non vo' tenermi dal manifestare un mio particolare pensamento su questo proposito. Riconoscendo pure che l'Appennino è composto di varie porzioni dirette ed *orientate* diversamente, le quali perciò hanno potuto derivare da rotture di suolo di età diversa, sembrami non pertanto che il suo rilievo principale, quello che si lascia con maggior frequenza scorgere da un capo all'altro della Penisola, sia avvenuto nel periodo intermedio fra il terreno terziario medio ed il superiore. Egli è vero che alcuni ordini di strati Italiani i quali corrono parallelamente alla direzione de' Pirenei, ci fanno argomentare che il rilievo appenninico cominciasse innanzi al periodo terziario; è vero altresì che quest'argomento è avvalorato dagli strati fluviatili de' nostri terreni miocenici, i quali contenendo avanzi organici terrestri, indicano porzioni di terre emerse innanzi a questi depositi; nondimeno le relazioni costanti del terreno terziario medio e superiore in Italia mi sembrano condurre alla conchiusione di sopra espressa. Il primo di questi terreni da Reggio in Calabria fino alla collina di Superga in Piemonte mostrasi sempre e grandemente dislogato; ed oltre a ciò esso è ridotto a brani che si veggono sparsi quà e là isolatamente in quella

forma che si conviene a terreni che hanno patiti spostamenti. Al contrario il terreno subappennino mostrasi quasi sempre con quelle fattezze, colle quali dovè essere depositato nel seno dell'antico mare. Ovunque si osserva questo terreno in Italia, si vede formare zone estese e non interrotte, le quali non mostrano aver sofferto notevoli spostamenti, ed oltre a ciò vedesi riempire le valli ed i seni dell'Appennino, come si può osservare in Calabria nella valle che riunisce il golfo di S. Eufemia e quello di Squillace, nel grande bacino di Cosenza, e nell'Italia superiore nella valle del Tanaro: ciò che mostra che la più gran parte dell'Appennino preesisteva al deposito terziario superiore. Alcuni forse opporranno che mostrandosi il terreno subappennino rare volte stratificato, non ci può far sempre giudicare della sua vera posizione; ma ciò non toglie che il geologo, il quale considera tutti gli altri suoi accidenti, non ravvisi in esso se non un deposito, il quale non è stato soggetto ad altro movimento che a quello continentale, il quale ha prodotto la sua emersione dal mare. A questa regola generale non fanno eccezione che alcuni rari punti del suolo italiano, dove i depositi terziari superiori si mostrano dislogati per effetto di cause parziali; tali sono alcuni spostamenti ne' depositi dell'Astigiano, che da Sismonda e Pareto sono attribuiti al sollevamento delle Alpi orientali, e quelli che veggonsi in alcuni luoghi di Toscana, che forse furono prodotti dalle eruzioni delle trachiti e dei filoni di questo paese.

Quanto poi alla direzione in cui avvenne questo grande slogamento del suolo italiano, noi non possiamo indicarla con precisione. Se non che ella si lascia ben riconoscere nella Liguria, dove abbiamo veduto che coincide con quella delle Alpi occidentali. Ma assai più manifesta poi si scorge nell'appennino della Calabria meridionale, il quale non pure discorre nella medesima direzione delle Alpi anzidette, ma, che più importa, lascia vedere una mirabile discordanza di stratificazione tra il terreno terziario medio dislogato ed il superiore in natural posizione.

Dai quali fatti si può dedurre che la rivoluzione principale, la quale diede origine all'Appennino, non fu già quella contemporanea al sollevamento Pirenaico, ma l'altra sivvero che il rilievo produsse delle Alpi occidentali. Nè ciò discorda dalle grandi osservazioni di E. de Beaumont, il quale ha sempre affermato che l'Appennino è il prodotto di sollevamenti di epoche diverse.

Rimane adesso un altra questione da chiarire nell'argomento che discorriamo. I sollevamenti dell'Appennino sono forse ligati all'apparizione di alcune rocce eruttive che si veggono lungo il corso della Penisola? Quando noi ci facciamo a riflettere su tale questione, troviamo che due ordini di rocce plutoniche possiamo distinguere in Italia, come sorte in periodi diversi; cioè le ofioliti della Liguria e della Toscana, ed i graniti e le trachiti della Toscana e della Calabria. Le ofioliti, secondo che abbiamo veduto, mostrano per chiarissimi segni di esser venute fuora dopo il deposito del macigno, e prima dell'origine del terreno terziario medio; e siccome questo terreno è stato grandemente dislogato dai sollevamenti avvenuti in Italia, ne seguita che quelle rocce non hanno potuto avere gran parte nel produrre i rilievi appenninici. Veramente vi avranno potuto essere eruzioni ofiolitiche di età differente, poichè vediamo in certi luoghi della Liguria e della Toscana alcuni conglomerati terziari ofiolitici dislogati manifestamente da eruzioni ofiolitiche anch'esse. Si può credere poi che l'eruzioni dei graniti e delle trachiti avessero potuto contribuire al maggiore movimento del suolo italiano, perocchè abbiamo veduto che la loro comparsa seguì posteriormente al terreno terziario medio, ed anche dopo del superiore. Ma è da considerare che tali rocce sono limitate a poche parti della nostra Penisola, e non si veggono accidenti loro particolari che possano rendere verisimile una tale opinione. Laonde possiamo conchiudere che i sollevamenti principali dell'Appennino sono stati prodotti da

quelle grandi cause sotterranee che hanno posta più volte la corteccia del Globo in istato di corrugarsi.

Per compiere le mie ricerche sui sollevamenti del suolo Italiano, mi resterebbe a parlare di quelli delle Alpi. Ma siccome i pensamenti di E. de Beaumont circa l'età di questa immensa catena sono a tutti conosciuti, ed ammessi dalla maggior parte dei geologi, io mi asterrò di parlarne. Dirò solamente che nel Congresso di Milano la Sezione di Geologia ebbe occasione di verificare i pensamenti dell'illustre geologo francese circa gl'indizi di antiche fratture di strati in quella giogaia dirette nel verso del sollevamento Pirenaico: ciò che fu principalmente osservato nella formazione cretacea della valle dell'Adda e delle vicinanze d'Indunno. Ma siccome quegli strati trovansi al piede delle grandi creste Alpine di Lombardia, le loro fratture, comparativamente antiche, sono occultate dallo slogamento principale della giogaia, il quale, secondo che ora si conosce, è di un epoca più recente.

## ARTICOLO VI.

### RECAPITOLAZIONE.

Dalle cose discorse ne' precedenti articoli ritragghiamo le conclusioni generali seguenti.

1. I fenomeni della emersione e sommersione delle terre Italiane nel periodo storico sembrano indicare essere stati prodotti innanzi da' movimenti del suolo che da quelli del mare. Si desiderano pertanto ancora lavori di precisione su questo proposito.

2. Il terreno erratico è raro in Italia, da quello in fuora che si osserva al piede delle Alpi. Tra le cause che hanno potuto produrlo non merita di esser dimenticata quella delle esplosioni che accompagnarono gli sbocchi di rocce eruttive, ovvero i sollevamenti delle montagne.

3. I terreni terziari presentano in Italia tutte le loro serie e coi caratteri che le distinguono ne' principali luoghi di Europa. I terreni miocenici contengono nel nostro paese i più antichi avanzi organici terrestri e di acqua dolce.

4. Il terreno del macigno sembra essere un deposito distinto dal terreno cretaceo, al quale finora è stato riunito. Questa indipendenza è desunta da tutt' i caratteri che possono fermare l' età distinta di una formazione. Perciò merita di essere dimandato con un nome particolare, ed è stato proposto quello di terreno *etrurio*.

5. Il terreno cretaceo mostra nella penisola le principali divisioni osservate nel settentrione. La creta bianca comparisce in qualche raro luogo. I due piani meglio distinti sono il *nummulitico* ed il *neocomiano*: il primo riferibile all'arenaria verde *superiore*, il secondo alla *inferiore*. Il *gault* manca, o non è bene apparente.

6. Il calcare rosso ammonitifero, contrassegnato dall'*ammonites tatricus*, *contractus*, dalla *terebratula diphya*, dagli *aptichi*, da *encriniti* ec. non è già cretaceo, ma appartiene alla formazione giurassica superiore. La formazione liassica è rappresentata dagli scisti ammonitiferi e dal calcare bruno a bivalvi della Spezia, e dal calcare simile di Varenna nella provincia di Como. Del resto nel terreno giura-liassico d' Italia non si possono riconoscere le divisioni segnate nel terreno simile settentrionale di Europa.

7. Il lias è il più antico deposito stratificato generale d'Italia. Gli altri ad esso inferiori, o sono *circoscritti*, ovvero non si possono bene distinguere.

8. La formazione triassica, e forse ancora la penea, si lasciano vedere solamente nel Vicentino co' fossili che sono ad esse speciali.

9. Le formazioni carbonifera e siluria non sono state fin quì ravvisate in altra parte d' Italia che in Sardegna. Dove tro-

vansi nel lato occidentale dell'isola, e rassomigliano al tutto alle formazioni medesime che occorrono nell'Estremadura. Onde si trae argomento tenere quei depositi ad ordini di strati che fanno parte innanzi del continente Spagnuolo che dell'Italiano.

10. Le puddinghe ed arenarie rosse che sono inferiori al terreno giura-liassico in diversi luoghi d'Italia, lasciano ancora dubbiezze circa la loro età. Alcuni ligano questi depositi al terreno giura-liassico, altri poi gli considerano come rappresentanti de' terreni stratificati inferiori (triassici e penei). E lo stesso dicasi delle rocce scistose cristalline alle quali sono connessi.

11. I terreni stratificati si congiungono variamente fra loro. Alcuni passano insensibilmente alle serie vicine, altri invece ne sono distinti per linee discordanti. I depositi pliocenici recenti ed antichi formano masse continue distinte solo per i fossili. I depositi miocenici sono quasi sempre sconnessi dai pliocenici. Alcuni geologi citano in Sicilia un passaggio insensibile della creta ai terreni terziari: nel resto d'Italia questo passaggio non si osserva. Il macigno è una formazione al tutto indipendente. La gran massa calcarea che compone il terreno cretaceo ed il giura-liassico non presenta quasi in nessuna parte linee d'interruzione, ed i fossili solamente ci aiutano a segnare alcune divisioni in detta massa. Il terreno giura-liassico è distintamente separato dai terreni dubbiosi inferiori al lias.

12. Si distinguono in Italia tre ordini di rocce metamorfiche, quelle del macigno convertite in ftaniti, diaspri, ovvero in scisti talcosi; quelle del calcare giurassico tramutate in marmi statuari; e quelle dei depositi inferiori al lias ridotte in diverse specie di scisti cristallini.

13. Si possono stabilire quattro periodi di metamorfismo nel suolo Italiano. Il primo posteriore al macigno e alla creta (Toscana, Corsica). Il secondo posteriore al calcare giurassico (Alpi Apuane). Il terzo anteriore a questo calcare (scisti cristallini di Calabria). Il quarto anteriore al terreno peneo (micascisto del Vicentino).

14. I Vulcani attivi d'Italia hanno cominciato a bruciare in età diverse. Il Vesuvio posteriormente ai depositi pliocenici recenti. L'Etna in un periodo anteriore a detti depositi. Stromboli in tempo non conosciuto.

15. I vulcani spenti d'Italia mostrano in generale di aver bruciato posteriormente ai depositi subappennini, eccetto quello di Radicofani in Toscana che arse anteriormente a questi depositi.

16. I basalti di Val di Noto sono contemporanei a' terreni terziari forse recenti.

17. Tutte le trachiti d'Italia (Toscana, Euganei, monti Cimini, Ponza) sorsero posteriormente ai terreni subappennini.

18. Le trachiti di Sardegna all'incontro ebbero origine innanzi ai depositi suddetti.

19. I melafiri di Lugano di Predazzo e del Vicentino sboccarono in periodi diversi. I più antichi nel periodo dell'arenaria rossa. I più recenti nel periodo terziario eocenico.

20. I graniti di Predazzo nel Tirolo sono molto conosciuti per la loro età recente, e vennero fuora contemporaneamente ai melafiri alpini recenti.

21. I graniti e i porfidi quarziferi dell'Elba sono posteriori al terreno cretaceo ed alle ofioliti di Toscana. Inoltre sono essi indubitatamente contemporanei alle trachiti di Campiglia e del Monte Amiata. Quindi se queste ultime rocce sono posteriori ai terreni subappennini, secondo che si crede, ne seguita che i graniti dell'Elba sono della medesima età. Per ultimo questi graniti furono sollevati in forma pastosa, perchè si veggono iniettati tra le rocce del macigno.

22. I graniti di Calabria furono indubitatamente sollevati in un periodo posteriore ai terreni miocenici, ed anteriore ai subappennini. Il loro sollevamento dovè seguire quando erano in istato solido.

23. I basalti del Vicentino sono più antichi dei graniti an-

zidetti, e indicano essere della medesima età degli strati eocenici con cui alternano.

24. La eruzione delle ofioliti e de' gabbri Toscani e Liguri seguì posteriormente al terreno del macigno e innanzi al terreno miocenico.

25. I melafiri del Capo Passero, di Cattolica, di Contessa in Sicilia sono, secondo l'Hoffmann, di una età anteriore al calcare cretaceo a rudiste.

26. I graniti e porfidi di Lugano si giudicano più antichi dell'arenaria rossa e del calcare giurassico che sopportano. E si possono tenere ad essi contemporanei alcuni melafiri del Vicentino.

27. Del medesimo periodo anzidetto sono presso a poco giudicate le masse granitiche delle vicinanze di Savona nella Liguria, e quelle eziandio della Corsica.

28. I filoni occorrono in Italia in forma di dighe, e di filoni metallici.

29. In Calabria ci ha dighe di granito che traversano lo gneis, e non mai i terreni secondari soprapposti.

30. Il paese classico d'Italia per rispetto a' filoni è quella porzione montuosa di Toscana che stendesi lungo il mediterraneo. Dove si trovano filoni metalliferi di varie sorte, di cinabro (valle di Serravezza), di galena (valle anzidetta, Massetano), cupriferi (Monte-Catini ec.) E dighe eruttive di oligisto e siderite (Elba), di pirosseno e d'ilvaite (Elba e Campiglia), di porfido e granito (come innanzi). Tutti questi filoni mostrano di essere stati contemporanei, e sincroni alla massa granitica dell'Elba.

31. L'Appennino sembra essere stato il prodotto di diversi sollevamenti, secondo che fanno conoscere i suoi diversi ordini di stratificazione, e le linee discordanti di queste: ma la distinzione delle linee di fratture riesce difficile per i loro incrociamenti, e per avere i movimenti posteriori del suolo cancellati gli effetti degli anteriori.

32. Il più antico dislogamento è diretto dall'O. N. O. all'E. S. E. e corre parallelo alla giogaia Pirenaica. Il quale accidente di suolo vedesi nell'appennino della Liguria, in quello che stendesi da Parma a Firenze, e nella piccola giogaia delle Murge nelle Puglie.

33. Il sollevamento poi principale dell'Appennino seguì posteriormente al deposito del terreno terziario medio, e anteriormente a quello del terreno terziario superiore. Non si può dire quale sia stata la sua direzione precisa; ma nella Liguria, e principalmente poi nella Calabria meridionale, ella coincide con quella delle Alpi occidentali.

34. Altri sollevamenti, ma di minore importanza, seguirono in un periodo posteriore al terreno terziario subappennino; de' quali il più distinto pare sia quello dei monti settentrionali di Sicilia paralleli alle Alpi orientali.

## ARTICOLO VII.

### PENSIERI SOPRA L'ESECUZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA ITALIANA.

L'oggetto principale di questa scrittura essendo quello di presentare una specie di Programma della Carta geologica d'Italia, importa ora di discutere e concertare i modi come compiere si possa questo gran voto di tutt'i geologi della Penisola. Siami dunque permesso di manifestare liberamente le mie idee su questo proposito, avvertendo innanzi tutto che io intendo parlare di una *Carta di precisione*, ed eseguita sopra una *grande scala*, conforme a quella onde non ha guari la Francia è stata arricchita.

Per le condizioni speciali della nostra Penisola un lavoro di questa sorte non può essere impreso e condotto a termine da poche persone, e con isforzi privati. In due modi soli si può questo sperare. Ovvero aspettando che sieno pubblicate le Carte

speciali delle diverse regioni Italiane, e che poscia uno o più geologi prendano a riunirle, ed ordinarle insieme. Ovvero sperando che un corpo scientifico, il quale estenda la sua influenza su tutta la Penisola, assuma a compiere la difficile impresa.

La prima via, oltre all'essere lunghissima e forse ancora non confortata da nessuna speranza, ha ancora questo inconveniente, che le Carte speciali sarebbero eseguite sopra piani diversi; e mancherebbe perciò quella unità, che esser deve base principale di lavori di tal natura. Quindi pognamo ancora che la cosa fosse possibile, ne verrebbe fuora una Carta composta di membra tutte disparate. Laonde non mi pare che sia da porre alcuna confidenza sopra un mezzo cotanto incerto e difettoso.

Rimane l'altro sopra indicato, su la scelta del quale non è da esitare. Perocchè il solo corpo scientifico che accoglie sotto il suo patrocinio tutta la scienza italiana sono i Congressi annuali, i quali avvegnachè fossero radunati per piccol tempo, hanno nondimeno grandissimo potere sopra ogni buona istituzione. Adunque per via di essi soltanto sperar possiamo di giungere al desideratissimo intento. La qual cosa sarà tanto più agevole, e dirò ancora tanto più armonica, che si potrà anticipatamente stabilire un piano uniforme di lavoro.

Io stimo dunque che in uno dei prossimi Congressi sarà bene che la Sezione di Geologia faccia scopo principale delle sue occupazioni l'impresa, onde si parla, subordinando ed ancora posponendo ad essa ogni altro soggetto per la breve durata delle riunioni. E credo poi necessario che elegga una Commissione composta di vari Geologi della Penisola, la quale soprintender debba la esecuzione del lavoro.

La Commissione potrà scompartire l'opera secondo la divisione dei principali paesi d'Italia, cioè

Piemonte.
Liguria.
Lombardia.

Stato Veneto.
Stati di Parma e Piacenza.
Ducato di Modena.
Granducato di Toscana e Ducato di Lucca.
Romagna.
Lazio.
Regno di Napoli di quà dal Faro.
Sicilia.
Sardegna.
Corsica.

In ciascuno di questi paesi saranno dalla Commissione scelti uno o più geologi, fra quelli che hanno avuto occasione di bene studiargli, a' quali sarà commesso l'incarico di delinearne la fisica struttura.

Una buona parte di queste Carte speciali sono state di già quasi terminate da valorosi nostri colleghi. Nientedimeno molte altre regioni ci ha, le quali sono ancora poco ed imperfettamente conosciute: e siccome coloro a' quali sarà affidato l'incarico di studiarle e delinearle, avranno bisogno dei soccorsi e delle agevolazioni per ciò necessarie, io mi penso che si debba a questo diligentemente provvedere. Ed il modo più acconcio a me sembra il seguente. La Sezione di Geologia potrà indirizzare a nome del Congresso una petizione a tutt' i governi d'Italia, con la quale farà conoscere il nobile ed utilissimo lavoro che si propone di compiere, e la necessità perchè questo sia soccorso ed agevolato dalla generosità dei Principi Italiani. I quali sono così illuminati e conosceranno tanto bene la utilità dell' impresa che non tarderanno certamente a rispondere alle istanze ad Essi fatte a nome della Scienza. Potrà ancora il Congresso fare aprire in tutte le principali città d'Italia una soscrizione diretta a tal fine, deputando in ognuna di esse persone nobili e calde di amore della scienza e del paese a raccogliere il prodotto delle soscrizioni. La Sezione di Geologia ed il Congresso tutto da-

ranno in ciò il buon esempio segnando i primi nomi nelle liste di soscrizione. Il quale esempio, ne son certo, non tarderà ad essere imitato nobilmente e con profitto grandissimo nella città, nella quale sarà riunito il Congresso. Questa speranza è molto confortata dalla nobile generosità che il municipio di Milano ha mostrata a prò della scienza nella riunione tenuta in quella città. Finalmente conviene por mente che l'Associazione Britannica per una via presso a poco simile provvede agli avanzamenti delle scienze nel Regno Unito; e l'Italia è un paese assai illuminato e filantropico perchè non faccia sperare una nobile gara di zelo e di generosità in una impresa di tal fatta. A questo modo non sarà difficile di mettere insieme nel corso di qualche anno un fondo bastante a sovvenire a tutte le cose bisognevoli all'opera, ed ancora più facile sarà di regolare la sua amministrazione.

Quanto poi alla esecuzione dei lavori speciali la Commissione darà tutte le norme ed istruzioni necessarie dopo averle maturamente esaminate e discusse. Sopra il quale soggetto piacemi ancora di esporre i miei particolari pensamenti.

Ogni lavoro speciale potrà essere composto di due parti, cioè della Carta colorata e del testo di spiegazione.

Quanto alla Carta che dovrà servire di base al lavoro, si cercherà di scegliere quella che sarà più esatta giudicata e più acconcia. E perchè questa parte del lavoro non lasci niente da desiderare, giudico necessario che uno o più geografi facciano parte della Commissione, onde concorrano co' loro lumi al bene dell' opera. Forse sarebbe bene di scegliere una Carta di scala uguale a quella della Carta geologica di Francia, affinchè si abbia una certa uniformità di lavoro, che è cosa preziosissima. A questo modo ciascuno dei geologi deputati all' opera avrà la sua Carta respettiva da eseguire.

Quanto ai colori da doversi usare per i diversi terreni, la Commissione cercherà di delineare una scala convenientemente disposta e distribuita, la quale servir dovrà di modello a tutte

le parti del lavoro. Quest' argomento fu ampiamente discusso nel Congresso di Milano, e le sentenze furono varie. La maggior parte de' geologi si accordarono doversi prendere a modello la scala di colori che vedesi adoperata nella Carta geologica della Francia. Sul quale proposito sono da fare le seguenti osservazioni. In una scala di questa sorte si vuol distinguere i *colori* rispondenti alle diverse divisioni, e l'*ordine* in cui sono disposti. Quanto alle distinzioni dei colori egli è bene certamente che si seguano quelli della Carta Francese per avere la tanto desiderata uniformità nei lavori di questa sorte: pure alcune modificazioni si rendono necessarie, essendo richieste dalle condizioni speciali del suolo Italiano rispetto a quello di Francia. Così per es. il macigno, ch' è un terreno notevolmente distinto in Italia, manca quasi del tutto in Francia. Le divisioni giurassiche della Francia non hanno le loro equivalenti precise in Italia ec. ec. Ad ogni modo non sarà difficile combinare queste piccole differenze co' colori della scala francese. Quanto all'ordine poi in cui i colori rappresentativi de' terreni nella scala vanno disposti, io vorrei che non fossero già messi in una sola serie continua, ma sì in serie diverse, secondo le grandi differenze dei terreni. Uno dei fini principali della geologia è senza dubbio quello di distinguere l'*età* in cui sono stati formati i diversi piani della corteccia terrestre. La quale età può essere considerata sotto tre rispetti diversi, cioè quanto a' *depositi dei terreni di sedimento, agli sbocchi delle rocce ignee,* ed al *metamorfismo delle rocce stratificate*. E siccome in una scala geologica i terreni stratificati sono disposti secondo la loro età, conviene lo stesso metodo seguitare per gli altri terreni ancora. Perciò è mestieri disporre i colori in una serie triplice e di confronto; altrimenti formando una sola serie continua, si vede una porzione dei terreni disposti secondo la loro *età* (terreni stratificati), ed un altra secondo la loro natura (terreni ignei e metamorfici). Si vuole riflettere infine che le scale di colori nelle Carte geologiche sono rappresentanti delle

grandi divisioni che sono ammesse nella scienza; e poichè un tempo i piani della corteccia del Globo erano distinti in una sola serie ascendente o discendente, così conveniva al modo stesso disporre la scala dei colori nelle Carte geologiche. Ma oggigiorno tutti si accordano nel dividere i terreni in serie triplice, e quindi a questa divisione dobbiamo ancora modellare le scale dei colori geologici. Forse alcuno potrà opporre a questo metodo le difficoltà che ci sono per conoscere con precisione l'età delle rocce eruttive, ed i periodi in che avvennero le modificazioni delle rocce. La quale opposizione è certamente di gran peso: nondimeno anche per questo rispetto la scienza ha fatti di gran passi; ed in Italia sopra tutto noi conosciamo con sufficiente grado di certezza il tempo in che seguirono le diverse eruzioni granitiche, ofiolitiche, trachitiche, basaltiche ec., l'età in cui furono modificati i marmi di Carrara, i galestri Toscani ec., e di queste conoscenze noi possiamo giovarci per rappresentarle nel quadro dei terreni che accompagnar deve la nostra Carta geologica. Ed affine di agevolare questa parte importante del lavoro, ardisco di presentare quì un Quadro, nel quale ho disposto secondo il modo divisato i terreni che meritano di essere distinti nella Carta Italiana. La serie dei terreni di sedimento forma nella scala una spezie di *norma* cronologica, alla quale si riferisce l'età dei terreni ignei e dei metamorfici con una acconcia disposizione a dritta e a sinistra della serie centrale. Quanto ai colori convengo che il miglior partito è quello di scegliere i colori della classica Carta Francese.

## UADRO rappresentante i principali terreni d'Italia, e le loro età relative.

| ıRENI ERUTTIVI (1) | TERRENI STRATIFICATI | | | TERRENI METAMORFICI (2) |
|---|---|---|---|---|
| Vulcani attivi | Terreno recente | Terreno alluviale | | |
| | | Terreno quaternario | | |
| ·ulcanici, *p.* | Terreno alluviale antico | | | |
| ni spenti, *c.* | | | | |
| i di Val di Noto, *c.* | Terreno terziario | Superiore | Pliocene recente | |
| iti degli Euganei, di cana. Graniti dell'El- *p.* | | | Pliocene vecchio | |
| iti di Sardegna, *a.* | | | | |
| i di Calabria, *p.* | | Medio | Miocene | |
| ri del Tirolo e di Lu- ɔ, *p.* | | Inferiore | Eocene | |
| i del Vicentino, *c.* | | | | |
| i, *p.* | Terreno Etrurio | Alberese | | Galestri e ardesie |
| | | Macigno | | |
| ri di Capo Passero, *a.* | Terreno Cretaceo | Creta bianca | | |
| | | Calcare nummulitico o Arenaria verde superiore | | |
| | | Calcare neocomiano o Arenaria verde inferiore | | |
| | Terreno giurassico | | | Marmi statuari |
| | Terreno liassico | | | |
| i e porfidi di Lugano. ri del Vicentino, *a.* | Terreno triassico | | | Fillade |
| | Terreno peneo | | | Micascisto |
| | Terreno carbonifero | | | Steascisto |
| | Terreno silurio | | | Gneis |

erreni eruttivi possono es- licati *anteriori, contempo- posteriori* ai terreni stra- ıralleli. I primi sono indi- la lettera *a*, i secondi con i con *p*.

*Accidenti da notare*

Brecce ossifere
Cave di Sal gemma
Strati di combustibili fossili
Strati metallici
Filoni metallici

(2) I terreni metamorfici sconnessi dalla linea de' terreni stratificati sono considerati soltanto come inferiori al terreno giura-liassico, e non contemporanei alle divisioni parallele, essendo la loro età dubbiosa.

Per riguardo al testo, la Commissione indicherà in un quadro le principali norme e divisioni che dovranno essere particolarmente seguitate; le quali nessuna difficoltà presenteranno come quelle che saranno modellate sopra le divisioni della scala.

Siccome i lavori speciali saranno affidati a geologi che hanno già conoscenza dei paesi da illustrare e da figurare, però rendomi certo che non converrà attendere lungo tempo per avergli tutti riuniti. Ogni collaboratore pertanto sarà tenuto d' informare la Commissione nel Congresso di ogni anno dell' avanzamento del lavoro a lui affidato, non ommettendo la Commissione di fare in ogni Congresso uffizi di sollecitazione al compimento dell' opera. Come prima poi uno dei collaboratori avrà terminato il suo lavoro dovrà rimetterlo nel Congresso più prossimo: e così a mano a mano e di anno in anno si andranno raccogliendo tutte le Carte speciali.

Affinchè tutte queste operazioni procedano con ordine ed esattezza, uno dei membri della Commissione farà l' ufficio di Segretario, il quale ufficio potrà continuare ancora dopo lo scioglimento del Congresso, prendendo nota delle deliberazioni, e ricevendo le debite istruzioni circa le cose da fare nel corso dell'anno.

Quando tutt' i lavori speciali saranno riuniti, la Commissione deputerà uno o più geologi ad estrarre dalle spiegazioni particolari le opportune notizie per compilare un *Quadro generale della Geologia Italiana*, che dovrà servire come d'*Introduzione* all' opera. A questo modo tutta l' opera sarà composta di una Carta, e di uno o più volumi di testo: e quest' ultimo conterrà la Introduzione generale, e quindi tutte le spiegazioni speciali disposte in ordine.

Ciò fatto, rimarrà da provvedere alla pubblicazione dell' opera. La quale così condotta non mancherà certamente di trovare in qualche parte d' Italia una grande Società Editrice, la quale prenda a pubblicarla. La Commissione non pure prov-

vederà ai mezzi necessari alla pubblicazione del lavoro, ma sceglierà ancora uno o più geologi a soprintenderla.

Così possiamo sperare che nello spazio di pochi anni l'Italia potrà avere al pari dei paesi più inciviliti di Europa una grande opera e assai necessaria, la quale contribuirà certamente moltissimo ad accrescere il suo patrimonio intellettuale e materiale.

FINE